

De Binckhorst Den Haag

Bodemenergieplan





Datum 23 mei 2019

Referentie 68246/RH/20190528

Betreft De Binckhorst Den Haag - bodemenergieplan

Behandeld door Rory van der Heide

Gecontroleerd door Henk de Jonge

Versienummer 4.0

OPDRACHTGEVER

Gemeente Den Haag

Dienst Stadsbeheer

Postbus 12651

2500 DP Den Haag

contactpersoon: dhr. M. Stulp

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	4
1.1 kader	4
1.2 Probleemstelling	4
1.3 Doelstelling Bodemenergieplan	6
1.4 Interferentiegebied	6
1.5 Thermisch invloedsgebied	6
2 Onderbouwing beleidsregels	7
2.1 Toepassingsgebied	7
2.2 Onderbouwing regels open bodemenergiesystemen	7
2.3 Onderbouwing regels gesloten bodemenergiesystemen	10
2.4 Nadere achtergrondinformatie	12
 Bijlage 1	 Plankaart Strokenpatroon
Bijlage 2	Rapport Binckhorst Den Haag- Onderzoek potentieel duurzame energiebronnen

1 Inleiding

1.1 KADER

In de Binckhorst gaan de komende jaren 5.000 tot 10.000 woningen gerealiseerd worden met circa 10% commerciële voorzieningen. De ambities voor de wijk liggen hoog. Het wordt een duurzame, wijk met betaalbare woningen met een aangescherpte EPC-eis van 0,2.

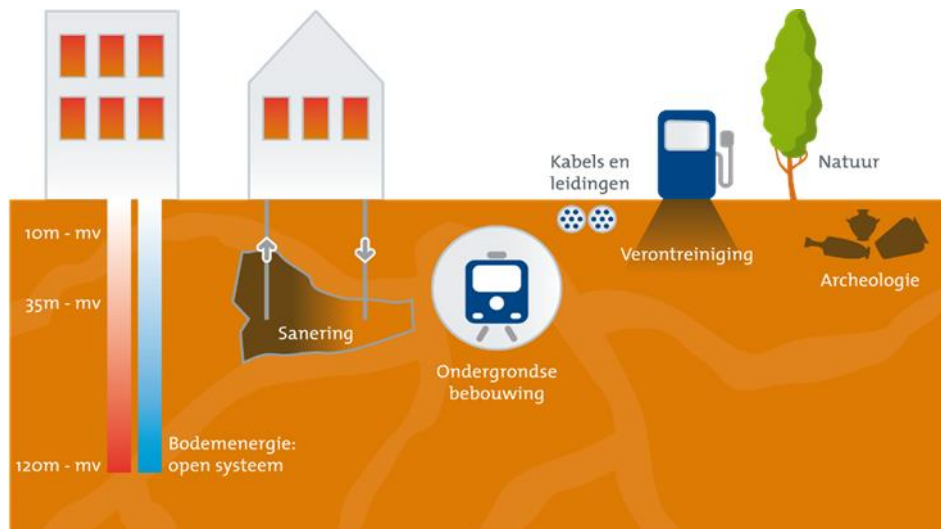
De combinatie van veel woningen en hoge ambities op het gebied van duurzaamheid vereist een gebiedsgerichte aanpak, waarbij de maximale potentie van de duurzame energiebronnen in de ondergrond en omgeving moeten worden ingezet om aan de doelen te kunnen voldoen.



Figuur 1.1 | Luchtfoto Binckhorst

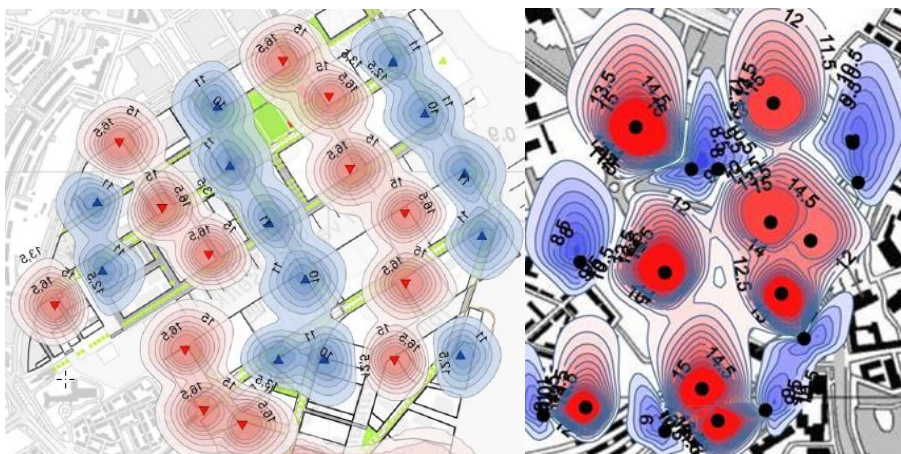
1.2 PROBLEEMSTELLING

Bij grootschalige toepassing van bodemenergie in de Binckhorst neemt de drukte in de ondergrond sterk toe. Voorkomen moet worden dat bij de aanleg van de bodemenergiesystemen suboptimale oplossingen worden toegepast, waarmee niet het totale potentieel van de ondergrond kan worden gebruikt of er negatieve interferentie tussen bodemenergiesystemen onderling of nadelige beïnvloeding van andere ondergrondse functies optreedt (Figuur 1.2). Negatieve interferentie betekent dat systemen de temperatuur in elkaars nabijheid zodanig veranderen dat het rendement van die systemen nadelig wordt beïnvloed, waardoor deze niet (goed) meer kunnen functioneren.



Figuur 1.2 | Overzicht ondergrondse functies

Regie is gewenst om een optimaal en duurzaam gebruik van de ondergrond te borgen (zie Figuur 1.3), zodat alle ontwikkelingen in de Binckhorst gebruik kunnen maken van bodemenergie. Zonder regie is het waarschijnlijk dat toekomstige partijen die zich gaan vestigen in de Binckhorst, of reeds gevestigde partijen die dat niet nu maar in de toekomst willen, op een gegeven moment geen gebruik meer kunnen maken van bodemenergie.



Figuur 1.3 | Voorbeeld van thermische effecten bodemenergie, wel (links) of geen (rechts) ordening

1.3 DOELSTELLING BODEMENERGIEPLAN

Dit plan is de onderbouwing van het door de gemeente Den Haag en de provincie Zuid-Holland vast te stellen beleidskader voor de Binckhorst. Het vaststellen van dit beleidskader heeft als doel de ondergrondse inrichting van de Binckhorst met betrekking tot bodemenergiesystemen te regisseren. Met als einddoel optimaal gebruik te maken van de ondergrond.

De gemeente Den Haag en de provincie Zuid-Holland hebben binnen de formulering van het beleidskader wel beoogd zoveel mogelijk flexibiliteit te behouden om per deelgebied binnen de wijk de meest technisch optimale en economisch verantwoorde oplossingen te kunnen kiezen.

De uitwerking van de beleidsregels is gedaan na een inventarisatie van de voornaamste bepalende randvoorwaarden bij de inrichting van de wijk, zijnde:

- Bovengrondse inrichting projectgebied.
- Energievraag bouwontwikkelingen en bestaande bouw.
- Ondergrondse functies/belangen.

Afweging van deze randvoorwaarden heeft geleid tot beleidsregels waarmee kansen voor het combineren van functies worden benut en (negatieve) interactie tussen verschillende gebruikers en functies worden geminimaliseerd.

1.4 INTERFERENTIEGEBIED

De Binckhorst wordt met de Verordening interferentiegebieden bodemenergiesystemen Den Haag 2019 aangewezen als interferentiegebied. Als het interferentiegebied Binckhorst wordt geografisch de wijk cq. het oppervlak verstaan begrenst door:

- De spoorbaan ten noorden van het Trekvlietplein (Noordwestelijke begrenzing) als ook ten noorden van de Van Geusaustraat (Noordelijke begrenzing);
- De Rijksweg A12 ten oosten van de Van Geusaustraat (Noordoostelijke begrenzing) als ook ten oosten van, tot de kruising (onderdoorgang) van, de Maanweg (Oostelijke begrenzing);
- De Maanweg (Zuidelijke begrenzing) reikende van de onderdoorgang van de Rijksweg A12 tot de kruising met de Binckhorstlaan. Waarbij de zuidgrens gemarkeerd wordt door de brug behorende tot de Binckhorstlaan direct ten noorden van de Corbulokade;
- De watergang direct ten noorden van de Corbulokade (Zuidwestelijke begrenzing) zover gelegen ten westen van de brug behorende tot de Binckhorstlaan direct te noorden van de Corbulokade;
- De watergang Trekvliet (Westelijke begrenzing) strekkend vanaf de lijn evenwijdig aan de Corbulokade (zuidelijke punt) tot aan de spoorwegbrug (noordelijke punt) ter hoogte van de onderdoorgangen van het Trekvlietplein en de Bontekoekade.

1.5 THERMISCH INVLOEDSGEBIED

Door de hoge intensiteit aan systemen in de Binckhorst ontstaat de situatie dat het thermische invloedsgebied van de bodemenergiesystemen ook gaat reiken buiten het aangewezen interferentiegebied. Dit is van toepassing ter hoogte van het derde watervoerende pakket waarin als gevolg van de gekozen zones een groter aantal koude dan wel warme bronnen bij elkaar gepositioneerd kan gaan worden. Op basis van de gekozen indeling en de voor de bronnen te hanteren uitgangspunten kan gesteld worden dat het waarneembaar thermische invloed buiten het aangewezen interferentiegebied kan reiken tot ca. 100 meter.

2 Onderbouwing beleidsregels

In dit hoofdstuk wordt per beleidsregel geduid wat de achtergrond en doelstelling is per regel. Dit is onderverdeeld naar de regels ten aanzien van het toepassingsgebied, regels voor open bodemenergiesystemen en regels voor gesloten bodemenergiesystemen.

Ontwikkellende of gevestigde partijen die in het gebied een bodemenergiesysteem willen realiseren dienen zich te allen tijde te houden aan de wettelijke kaders voor bodemenergie. Daarnaast dienen bodemenergiesystemen binnen de hieronder beschreven beleidsregels te worden ontworpen en gerealiseerd.

2.1 TOEPASSINGSGEBIED

De regels ten aanzien van het toepassingsgebied hebben betrekking op open en gesloten bodemenergiesystemen. Met het aanwijzen van de Binckhorst als interferentiegebied en het vaststellen van de beleidsregels voor open en gesloten bodemenergiesystemen gelden de volgende regels met onderbouwing:

1. **Regel:** *Het toepassen van bodemenergie, in alle vormen en van elke grootte, is in de Binckhorst vergunningsplichtig.*

Onderbouwing: Het vergunningsplichtig maken van “alle vormen en van elke grootte” resulteert erin dat vanuit de gezichtspositie van het bevoegd gezag, zijnde de gemeente Den Haag en de provincie Zuid-Holland, alle activiteiten met bodemenergie in de Binckhorst in beeld komen en blijven. Hiermee wordt de zekerheid verkregen dat te maken integrale afwegingen en het verlenen van toestemmingen ook daadwerkelijk plaatsvindt op basis van volledige informatie.

2.2 ONDERBOUWING REGELS OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Op het toepassen van open bodemenergiesystemen zijn de volgende beleidsregels met onderstaande onderbouwing van toepassing:

1. **Regel:** *Open bodemenergiesystemen zijn toegestaan in het tweede (ca. 90-115 m-mv) en het derde watervoerende pakket (ca. 125 - 250 m-mv).*

Onderbouwing: Voor het grootschalig toepassen van open bodemenergiesystemen wordt gekozen voor het derde watervoerende pakket. Dit vanuit het geldende juridische kader en vanuit technische motivatie. Het toepassen van open bodemenergiesystemen in het eerste watervoerende pakket is in Zuid-Holland in principe in stedelijk gebied niet toegestaan. Eventuele vrijstelling hiervoor kan verkregen worden als vanuit een integrale collectieve beschouwing over alle toe te passen bodemenergiesystemen kan worden aangetoond dat het gebruik van het eerste watervoerende pakket andere (bestaande en toekomstige) omgevingsbelangen niet schaadt. Hierbij speelt het risico op zettingen een belangrijke rol. Over het gebied wordt geen absolute regie richting collectiviteit (concessie) gevoerd. Ook vanwege het hoog dynamische karakter van de wijk in de komende jaren is het moeilijk om de werkelijke effecten en risico's te bepalen. Daarnaast zorgt het gebruik van

het eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen voor een belemmering van gesloten bodemenergiesystemen in het gebied. Derhalve heeft de gemeente Den Haag besloten geen uitzondering op het beleid i.r.t. het gebruik van het eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen bij de provincie Zuid-Holland aan te vragen.

Het tweede watervoerende pakket is vanuit technisch oogpunt, beperkte dikte, niet geschikt voor grootschalige energieopslag met open bodemenergiesystemen. In dit pakket kunnen wel kleine open systemen waaronder recirculatie en monobronnen worden toegepast. Zie regel 3.

Het derde pakket is het meest geschikt als opslagpakket voor grootschalige toepassing van open bodemenergiesystemen. Het collectief aan systemen gaat, plaatselijk, resulteren in relatief grote fluctuaties in de stijghoogte in het opslagpakket. Door te kiezen voor het diepe derde watervoerende pakket kan dit zonder dat hierdoor nadelige effecten aan maaiveld, waar zich de meeste omgevingsbelangen bevinden, optreden.

2. **Regel:** *Bronnen in het derde watervoerende pakket worden gepositioneerd binnen de daarvoor bestemde zones, in het bodemenergieplan aangegeven als rode (voor de warme bronnen) en blauwe (voor de koude bronnen) stroken.*

Onderbouwing: De ruimtelijke ordening van open systemen in het derde watervoerende pakket vindt plaats op basis van een oriëntatie-patroon in zones, zie bijlage 1, omdat dit zowel sturing als flexibiliteit biedt. Het is sturend in de ruimtelijke ondergrondse ordening door het regisseren van het specifiek opslaan van warmte of koude in een bepaalde zone. Dit zodat de opslag van warmte en koude niet gaat interfereren en daarmee het behalen van het totale potentieel verhindert wordt. Het biedt vrijheid in de praktische topologische detailinpassing in het terrein. Door een zone te definiëren en geen bronposities blijft het mogelijk de ruimtelijke inpassing integraal af te wegen met andere ordeningsbehoeftes voor gebouwen, inrichting openbare ruimte en infrastructuur. Dit is een wenselijke flexibiliteit voor een situatie als deze, waarin de definitieve ordening van de verschillende thema's nog lopende de verdere (her)ontwikkeling van de wijk tot stand moeten komen.

Er is gekozen voor een zonering, omdat hiermee het ondergrondse potentieel optimaler benut wordt dan bij andere ordeningsmethodes (zoals een bronnenplan of het kruislings plaatsen van bronnen). Vanwege de diepe ligging van de open bodemenergiesystemen vormen de hydrologische effecten, die bij deze zonering relatief groot kunnen zijn, geen directe belemmering. De oriëntatie van de zones is gebaseerd op het wegenpatroon, waarmee de mogelijkheden voor het plaatsen van bronnen wordt vergroot.

3. **Regel:** *Open systemen uitgevoerd als recirculatiesystemen of monobronsystemen mogen in het derde watervoerende pakket geen negatief effect creëren op de bruikbaarheid van de ingestelde zones.*

Onderbouwing: Aan deze regel ligt ten grondslag dat het toepassen van monobronnen met een warm en koud filter in het derde watervoerende pakket in of in de invloedssfeer van de specifieke voor dit pakket ingestelde zonering er toe leidt dat er toch vermenging van de opslag van warmte en koude optreedt binnen een zone. Vanuit de lokaal grote dichtheid in de energievraag is het van belang dat per bron ook echt gebruik gemaakt kan worden van het maximale potentieel per bron dat de bodem te bieden heeft. Als een deel van het pakket wordt benut voor conflicterende opslag dan kunnen mogelijk ter hoogte van monobronnen geen “maximale bronnen” worden gerealiseerd.

Het toepassen van recirculatiesystemen resulteert erin dat er geen sprake is van opslag maar een seizoensmatige vermenging van koude en warmte in een infiltratiebron. Zou die infiltratiebron in een specifieke zone staan, dan vindt er ofwel ongewenste vermenging van warmte met koude of koude met warmte plaats. Ook dit resulteert in het niet optimaal kunnen benutten van het beschikbare potentieel.

Open systemen al dan niet uitgevoerd als recirculatie en/of monobronnen kunnen zonder specifieke aanvullende regels gebruik maken van het tweede watervoerende pakket (ca. 90 tot 115 meter beneden maaiveld).

4. **Regel:** *Open bodemenergiesystemen in de Binckhorst mogen geen koudeoverschot hebben.*

Onderbouwing: Open bodemenergiesystemen in de Binckhorst mogen geen koudeoverschot hanteren. Hiermee wordt voorkomen dat de afstand tussen de koude en warme zones verder uit elkaar moet liggen dan nu op basis van een optimale indeling is vastgesteld. Dit vormt een belemmering voor het optimaal gebruik van het potentieel.

Het vraagprofiel van de meeste gebouwen in de Binckhorst toont een grotere warmte- dan koude behoefte. Dit impliceert dat voor de meerderheid van de systemen, vanuit het behalen van economisch voordeel, een koudeoverschot wenselijk is. Een accumulatie van systemen met een koudeoverschot staat het optimaal gebruik van de ondergrond in de weg. Deze regel dwingt vergunninghouders om vanuit een balanssituatie te werken, waardoor logischerwijs met aanvullende voorzieningen in de zomer extra warmte ingevangen moet worden. Hiervoor zijn voldoende opties in het gebied voor handen. Deze regel vormt daarom geen belemmering voor het toepassen van open bodemenergiesystemen.

5. **Regel:** *Bronnen in het derde watervoerende pakket moeten hun capaciteit ontleen aan een zo groot mogelijk deel van het opslagpakket. Hiertoe moet circa 40 meter of meer filter per bron geplaatst worden. Bij het ontwerp van de bronnen wordt uitgegaan van 1.500 vollasturen per seizoen.*

Onderbouwing: De afstand tussen de warme en koude zones is bepaald op basis van de benodigde thermische afstand conform de geldende ontwerpnormen (BRL 11000, protocol 11001). Hierbij is uitgegaan van een “optimaal” bronpaar. Dit houdt in: een maximale capaciteit per bron, gebruikmakend van een zo dik mogelijk deel van het opslagpakket met een zo beperkt mogelijke hydraulische straal bij een regulier gehanteerde normbelasting van 1.500 vollasturen. Een optimale bron genereert die maximale capaciteit die het watervoerende pakket per bron langjarig duurzaam kan leveren. Deze capaciteit, ca. 100 m³ per uur, kan voor een deel van de initiatieven te groot zijn. Door ook voor die systemen voor te schrijven dat gebruik gemaakt moet worden van een zo groot mogelijk deel van het opslagpakket (minimaal 40 m), wordt voorkomen dat kleine systemen een belemmering vormen voor het toepassen van een nieuw systeem in de nabijheid van een klein(er) systeem. Hiermee wordt geborgd dat het beschikbare bodempotentieel zo optimaal mogelijk wordt ingezet.

2.3 ONDERBOUWING REGELS GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Op het toepassen van gesloten bodemenergiesystemen zijn de volgende beleidsregels met vermelde onderbouwing van toepassing:

1. **Regel:** *De plaatsing van het systeem en systeemonderdelen mag niet buiten de eigen kavelsgrenzen indien daardoor op belendende percelen de aanleg van een bodemenergiesysteem niet meer mogelijk is zonder interferentie te veroorzaken, dan wel de mogelijkheden voor aanleg van een bodemenergiesysteem ernstig worden beperkt.*

Onderbouwing: Deze regel is ingesteld vanuit de behoefte om de schaars beschikbare openbare ruimte in de Binckhorst optimaal te gebruiken. Met een diversiteit aan in te passen functies, waaronder de opgaaf voor het inpassen van open bodemenergiesystemen, creëert het inpassen van gesloten bodemenergiesystemen in openbare ruimte een ongewenste extra druk op de inpasbaarheid.

Omdat door het opleggen van een oriëntatiepatroon in zones (zie bijlage 1) partijen die gebruik willen maken van open systemen voor de inpassing (deels) afhankelijk gemaakt worden van inpassing in de openbare ruimte wordt hier in basis voorrang verleend. Opgemerkt wordt dat deze regel geen grote beperkingen oplevert voor het toepassen van gesloten bodemenergiesystemen, omdat normaliter deze systemen onder of direct nabij het gebouw gerealiseerd worden.

2. **Regel:** *Een gesloten bodemenergiesysteem of één of meer onderdelen daarvan, aan te leggen in het interferentiegebied Binckhorst mag niet dieper reiken dan 115 meter beneden maaiveld.*

Onderbouwing:

Om zowel de toepasbaarheid van gesloten en open systemen in de Binckhorst optimaal te benutten is de bodem verticaal opgedeeld in zones. Gesloten bodemenergiesystemen mogen geplaatst worden tot 115 meter beneden maaiveld. Open systemen in het derde watervoerende pakket (vanaf ca. 125 m-mv) moeten qua positioneren het oriëntatie-patroon volgen.

Door beide type bodemenergiesystemen groot deels verticaal van elkaar te scheiden kunnen ze qua topologische inpassing zeer dicht bij elkaar gepositioneerd worden zonder dat ze thermisch met elkaar interfereren.

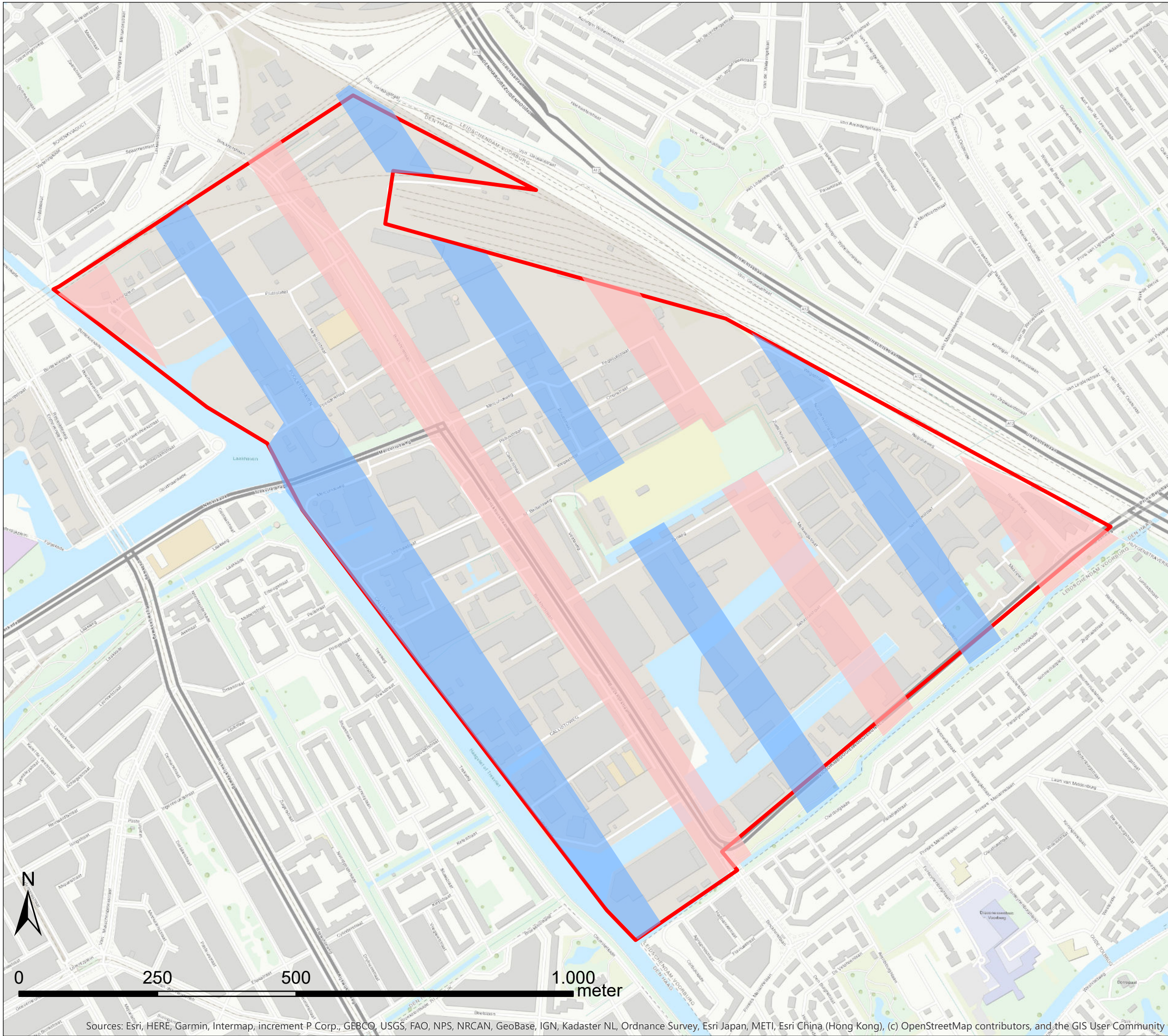
2.4 NADERE ACHTERGRONDINFORMATIE

In het rapport: Binckhorst Den Haag - Onderzoek potentieel duurzame energiebronnen, kenmerk 68246/BaS/20180917, d.d. 17 september 2018, is een uitgebreide inventarisatie en uitwerking van de energiebehoefte in de Binckhorst, de beschrijving en inventarisatie van de bodem- en omgevingsbelangen, als ook de aanwezige kansen en kenmerken van diverse energiebronnen uitvoerig beschreven.

Omdat dit rapport veel aanvullende achtergrondinformatie geeft over de gebiedskenmerken, de energievraag, de verschillende kenmerken en toepassingsmogelijkheden van de verschillende vormen van bodemenergie en andere bronnen van omgevingsenergie, is dit rapport integraal als bijlage 2 aan dit plan toegevoegd.

Bijlage 1

Plankaart Strokenpatroon



Legenda

 projectgebied

zones

 koude bronnen

 warme bronnen

Regels ten aanzien van het toepassingsgebied

1. Het toepassen van bodemenergie, in alle vormen en van elke grootte, is in De Binckhorst vergunningsplichtig.

Regels ten aanzien van open bodemenergiesystemen

1. Open bodemenergiesystemen zijn toegestaan in het tweede (90 - 115 m-mv) en het derde watervoerende pakket (125 – 250 m-mv).

2. Bronnen in het derde watervoerende pakket worden gepositioneerd binnen de daarvoor bestemde zones, in het bodemenergieplan aangegeven als rode (voor de warme bronnen) en blauwe (voor de koude bronnen) stroken.

3. Open systemen uitgevoerd als recirculatiesystemen of monobronsystemen mogen in het derde watervoerende pakket geen negatief effect creëren op de bruikbaarheid van de ingestelde zones.

4. Open bodemenergiesystemen in De Binckhorst mogen geen koudeoverschot hebben.

5. Bronnen moeten hun capaciteit onttelen aan een zo groot mogelijk deel van het opslagpakket. Hiertoe moet circa 40 meter of meer filter per bron geplaatst worden. Bij het ontwerp van de bronnen wordt uitgegaan van 1.500 vollasturen per seizoen.

Regels ten aanzien van gesloten bodemenergiesystemen

1. De plaatsing van het systeem en systeemonderdelen mag niet buiten de eigen kavelgrenzen indien daardoor de belendende percelen de aanleg van een bodemenergiesysteem niet meer mogelijk is zonder interferentie te veroorzaken, dan wel de mogelijkheden voor aanleg van een bodemenergiesysteem ernstig worden beperkt.

2. Een gesloten bodemenergiesysteem of één of meer onderdelen daarvan, mogen niet dieper reiken dan 115 meter beneden maaiveld.

Binckhorst in Den Haag

ruimtelijke ordening open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket

Referentie: 68246/RH

Auteur: H. de Jonge

Datum: 28-5-2019

Status: definitief



Bijlage 2

Rapport Binckhorst Den Haag - Onderzoek potentieel duurzame energiebronnen

Binckhorst Den Haag

Onderzoek potentie duurzame energiebronnen





Datum 17 september 2018

Referentie 68246/BaS/20180917

Betreft Binckhorst Den Haag - Onderzoek potentieel duurzame energiebronnen

Behandeld door Barry Scholten

Gecontroleerd door Bas de Zwart

Versienummer definitief

OPDRACHTGEVER

Stadmakers

Anouk van den Brink

Bezuidenhoutseweg 27-29

2594 AC Den Haag

avdb@local.nl

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding en kader	5
1.2 Probleemstelling	5
1.3 Doelstelling project	6
2 Principe bodemenergie	8
2.1 Open en gesloten systemen	8
2.2 Indeling open systemen	9
2.2.1 Doublet en monobron	9
2.2.2 Opslagsystemen en recirculatiesystemen	9
2.3 Geothermie	10
3 Energie uit oppervlaktewater	11
3.1 Landelijke potentie van energie uit oppervlaktewater	11
3.2 Warmte uit oppervlaktewater	11
4 Juridisch kader bodemenergie	13
4.1.1 Open systemen	13
4.2 Gesloten systemen	14
4.3 Oppervlaktewater	15
4.4 Lozingsvergunning	15
4.4.1 Wanneer lozen?	15
4.4.2 Hoe lozen?	16
5 Bodemopbouw en belangen	17
5.1 Bodemeigenschappen	17
5.1.1 Bodemgeschiktheid open systemen	17
5.1.2 Bodemgeschiktheid gesloten systemen	19
5.2 Aanwezige en toekomstige belangen	19
5.3 Verontreinigingen	20
6 Binckhorst	22
6.1 Bouwprogramma	22
6.2 Warmte- en koudevraag	23
6.3 Elektriciteitsvraag	23
6.4 Elektriciteitsproductie	23
7 Potentie duurzame bronnen	25
7.1 Open bodemenergiesystemen	25
7.2 Gesloten bodemenergiesystemen	29
7.3 Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)	30
7.3.1 Eigenschappen oppervlaktewater	30
7.4 Geothermie	33
7.5 Huidige warmtenet Den Haag.	35
7.6 Verdeling energievraag en Collectiviteit	36
8 Conclusies en aanbevelingen	38
8.1 Samenvatting resultaten	38
8.2 Conclusie	39
8.3 vervolg	40
Bijlage 1	41
Energieberekeningen	41

Bijlage 2	43
Orderingsregels	43
Bijlage 3	44
Strokenpatroon Binckhorst	44

1 Inleiding

1.1 AANLEIDING EN KADER

In de Binckhorst gaan de komende jaren 5.000 woningen gerealiseerd worden met circa 10% commerciële voorzieningen. Verder wordt onderzocht of er ruimte is voor uitbreiding tot 10.000 woningen en additionele commerciële voorzieningen. De ambities voor een duurzame, klimaat neutrale en betaalbare energievoorziening van het gebied zijn hoog met deze bouwdichtheid en met een aangescherpte EPC-eis voor de woningen van 0,2 en de BENG eisen vanaf 2020. Dit vraagt om een gebiedsgerichte aanpak waarbij de maximale potentie van de duurzame energiebronnen in de ondergrond en omgeving moeten worden ingezet om aan deze doelen te kunnen voldoen.

Op dit moment spelen er twee vragen:

1. Op korte termijn inzicht in de meest optimale inrichting van de ondergrond voor bodemenergie, waarmee de ontwikkelaars met no-regret maatregelen aan de slag kunnen.
2. Een energievisie waarmee de Binckhorst de aankomende 10 jaar flexibel kan worden getransformeerd naar een (op gebiedsniveau) klimaatneutraal gebied.

Het doel is om te komen tot een totaalconcept voor de toekomstige energieopwekking, distributie en levering dat moet passen in de visie klimaatneutraal op stadsniveau 2040. Daarnaast staan de ontwikkelingen in het Binckhorst gebied niet stil en is er behoefte aan richtlijnen en beleid waarop ontwikkelaars hun plannen en ontwerpen kunnen uitwerken.

Deze studie onderzoekt het potentieel aan duurzame energiebronnen in relatie tot de energievraag van de nieuwe ontwikkelingen in het plangebied en geeft richting aan de optimale ordening daarvan. Hierbij wordt het potentieel van de ondergrond op verschillende diepten en het oppervlaktewater berekend en inzicht geboden in de totale elektriciteitsvraag die ontstaat door het aardgasloos maken van het gebied. De bestaande energievraag wordt in deze studie buiten beschouwing gelaten. Deze zal veranderen in de toekomst en ook verduurzaamd dienen te worden of al reeds voor een deel zijn. En daarmee van invloed op het totaal potentieel binnen de Binckhorst.

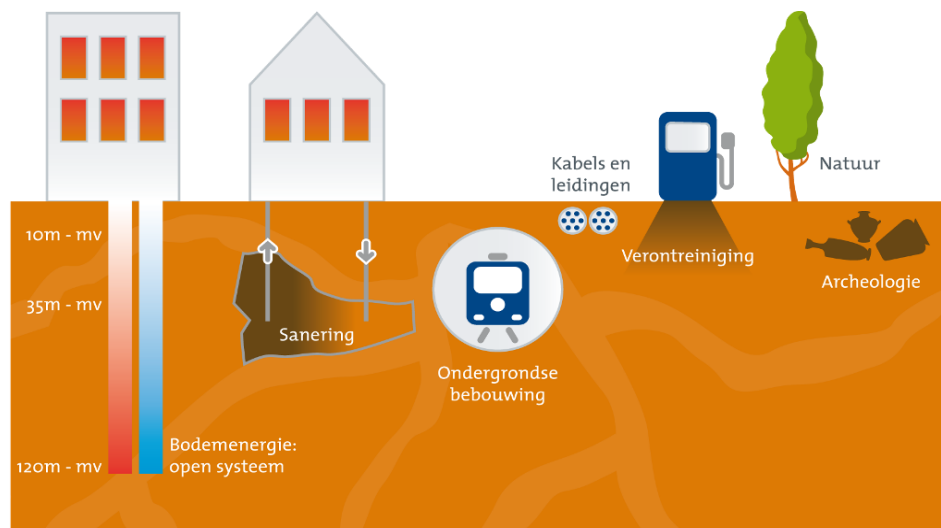
De resultaten uit deze studie vormen de basis waarop de gemeente en de provincie beleid kunnen opstellen voor de optimale benutting van de ondergrond. De vervolgstap is het komen tot consensus over de gestelde ordeningsregels in overleg met marktpartijen, het waterschap, gemeente en provincie en het vaststellen van het bodemenergieplan. En de juridische verankering in een bodemenergieplan om het status te geven in het gebied en als kader voor de ontwikkelingen te laten gelden. Deze verdiepingstap en de juridische verankering maken geen onderdeel uit van deze studie.

1.2 PROBLEEMSTELLING

Bij grootschalige toepassing van bodemenergie neemt de drukte in de ondergrond sterk toe. Voorzamen moet worden dat bij de aanleg bodemenergiesystemen suboptimale oplossingen worden toegepast waarmee niet het totale potentieel van de ondergrond kan worden gebruikt of er negatieve interferentie tussen bodemenergiesystemen onderling of nadelige beïnvloeding van andere ondergrondse functies optreedt (Figuur 1.1). Negatieve interferentie betekent dat systemen de temperatuur in elkaars nabijheid zodanig veranderen dat het rendement van die systemen nadelig wordt beïnvloed, waardoor deze niet (goed) meer kunnen functioneren. Daarnaast zijn er diverse

afwegingen te maken als het gaat om collectiviteit en volloop waarmee de afwegingen tussen de verschillende bodemenergie opties (gesloten, open, ondiepe geothermie en geothermie) kunnen worden gemaakt.

Regie is gewenst om een optimaal en duurzaam gebruik van de ondergrond te borgen, zodat alle ontwikkelingen in de Binckhorst gebruik kunnen maken van bodemenergie. Regie zorgt ervoor dat ongewenste interferentie (negatieve interactie) tussen bodemenergiesystemen onderling of met andere ondergrondse functies wordt voorkomen. Zonder regie is het waarschijnlijk dat toekomstige partijen die zich gaan vestigen in Binckhorst op een gegeven moment geen gebruik meer kunnen maken van bodemenergie en dat de gestelde doelen voor energieneutraliteit niet kunnen worden gehaald voor de gemeente Den Haag.



Figuur 1.1 | Overzicht ondergrondse functies

1.3 DOELSTELLING PROJECT

Dit onderzoek geeft de gemeente Den Haag de mogelijkheid om de ondergrondse inrichting van de Binckhorst met betrekking tot bodemenergiesystemen te regisseren met als doel optimaal gebruik te maken van de ondergrond voor bodemenergie. De gemeente en de Stadmakers zetten hierbij in op een plan met zoveel mogelijk flexibiliteit om de ontwikkelaars ruimte te geven om voor hun specifieke situatie de meest optimale en economische oplossingen te kunnen kiezen. Dit ook om te zorgen dat ontwikkelaars nu door kunnen met hun planvorming en hierin niet beperkt worden. De toepassing van open systemen focust zich op de inzet bij de commerciële ruimten en de appartementen (gestapelde bouw). De toepassing van gesloten systemen richt zich met name op de grondgebonden woningen.

Het oppervlaktewater kan een rol vervullen in het creëren van een energiebalans in de warmte en koude voorziening van het gebied of individuele kavels. Het globale potentieel van de diepere ondergrond wordt ook inzichtelijk gemaakt om het volledige spectrum mee te kunnen nemen in de afwegingen.

Uitwerking van het bodemenergieplan vindt plaats door inventarisatie van de voornaamste inrichting bepalende randvoorwaarden:

- Bovengrondse inrichting projectgebied.
- Energievraag bouwontwikkelingen.
- Ondergrondse functies/belangen.

Afweging van deze randvoorwaarden leidt tot ordeningsregels waarmee kansen voor combinatie van functies worden benut en negatieve interactie tussen verschillende gebruikers wordt geminimaliseerd.

Leeswijzer

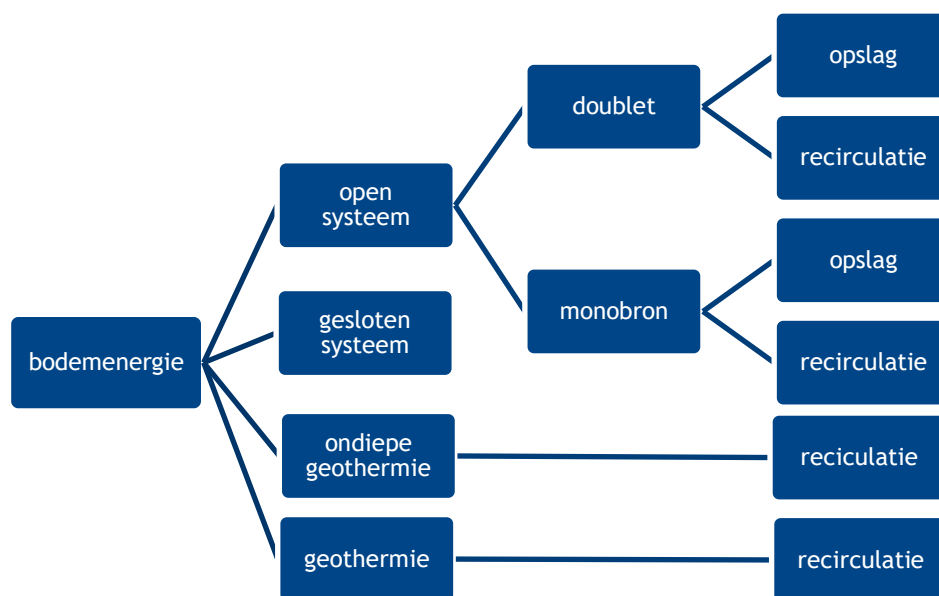
Voorliggende studie geeft voor het totale plangebied Binckhorst inzicht in de ordeningsregels en positioneringsvoorwaarden van de verschillende bodemenergiesystemen en gebruik van het oppervlaktewater. Aan de hand van de huidige ambities van de stadmakers is een inschatting gemaakt van de totaal verwachte benodigde bodemcapaciteit.

Voor deze studie dienen enkele aandachtspunten in ogenschouw te worden genomen:

- Voor de bepaling van de warmte- en koude behoefte van de nieuwe ontwikkelingen is gebruik gemaakt van kentallen. De initiatiefnemers zijn zelf verantwoordelijk voor de bepaling van de werkelijk energiebehoefte en het ontwerp van het bodemenergiesysteem (conform SIKB Protocol 11001 en 2100 en ISSO-publicatie 39, 72, 80 en 81).
- De randvoorwaarden zijn uitgewerkt ten aanzien van de positionering van de bodemenergiesystemen binnen de te ontwikkelen gebieden. De initiatiefnemers dienen zelf de bronnen en de bodemlussen in relatie tot andere aanwezige ondergrondse infrastructuur zoals bijvoorbeeld kabels en leidingen in te passen. Indien voor open bodemenergiesystemen gebruik wenst te worden gemaakt van openbaar terrein, dient dit afgestemd te worden met de gemeente Den Haag.
- De bodemopbouw is inzichtelijk gemaakt aan de hand van de huidige beschikbare boorgegevens. Gezien de heterogeniteit van de bodemopbouw ter hoogte van het plangebied kan de bodemopbouw per deellocatie variëren. De initiatiefnemers dienen zelf aan de hand van de op dat moment beschikbare informatie onderzoek te verrichten naar de bodemopbouw voor de betreffende deellocatie.

2 Principe bodemenergie

Bodemenergiesystemen maken gebruik van de bodem om warmte en/of koude op te slaan in het aanwezig grondwater. Deze warmte en/of koude wordt gebruikt voor de klimatisering van gebouwen of processen. Hiermee worden aanzienlijke energiebesparingen ten opzichte van conventionele verwarmings- en koelinstallaties gerealiseerd. Onderstaand figuur presenteert de verschillende typen bodemenergiesystemen.



Figuur 2.1 | Overzicht bodemenergiesystemen

Hieronder worden de verschillende typen bodemenergiesystemen nader toegelicht.

2.1 OPEN EN GESLOTEN SYSTEMEN

Open systemen, ook wel warmte/koudeopslag (WKO) genoemd, bestaan uit bronnen die grondwater onttrekken en infiltreren. Energie in de vorm van warmte en koude wordt opgeslagen in een ondergrondse watervoerende laag. Deze energie wordt vervolgens onttrokken om te verwarmen (in combinatie met warmtepompen) of te koelen: in de zomer wordt gekoeld met winterkoude en in de winter wordt verwarmd met zomerwarmte. Open systemen worden meestal toegepast op dieptes tussen de 20 tot 250 meter beneden maaiveld. Een open systeem is met name rendabel bij de grotere ontwikkelingen: vanaf circa 50 woningen, kantoren en andere utiliteitsgebouwen.

Gesloten systemen, ook wel bodemwarmtewisselaars genoemd, bestaan uit flexibele kunststof lus- en in de bodem waarmee warmte en koude aan de bodem wordt onttrokken door middel van geleiding. Er wordt geen grondwater onttrokken. Gesloten systemen hebben een luslengte van circa 50 tot 200 meter beneden maaiveld. Een systeem kan al rendabel zijn bij één woning. Daarnaast worden gesloten systemen ook toegepast bij kleine utiliteitsbouw (scholen, kleine kantoren).

2.2 INDELING OPEN SYSTEMEN

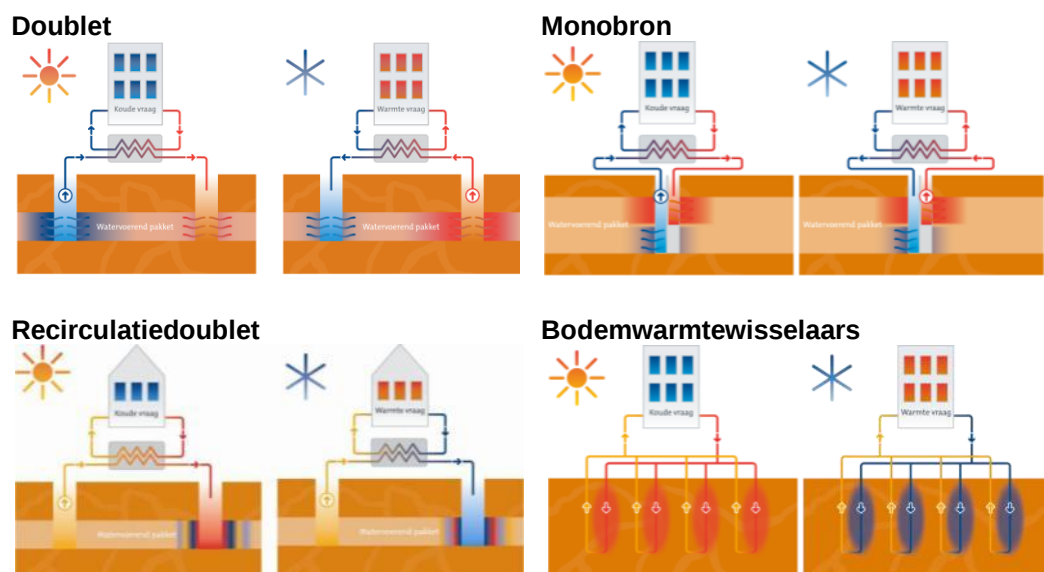
2.2.1 Doublet en monobron

Open systemen zijn onderverdeeld in doubletten en monobronnen. Bij een doubletsysteem worden twee bronnen horizontaal ten opzichte van elkaar geplaatst, zodat de warme en koude bellen zich naast elkaar vormen. Een monobron bestaat uit slechts één bron, waarbij twee filters op ongelijke diepte in de bodem gepositioneerd worden. Hierbij vormen de warme en koude bel zich onder elkaar.

2.2.2 Opslagsystemen en recirculatiesystemen

Bij een opslagsysteem wordt de warmte en koude opgeslagen bij de bronnen. Eén bron is de zogenoemde warme bron, de andere bron de koude bron. Deze bronnen onttrekken en infiltreren afwisselend, afhankelijk van het seizoen. Een recirculatiesysteem is een alternatief systeem dat bestaat uit een onttrekkings- en een infiltratiebron. Er is geen sprake van opslag. Er wordt namelijk continu grondwater onttrokken uit de ene bron en geïnfiltréerd in de andere bron. Met het onttrokken grondwater, met een temperatuur gelijk aan de natuurlijke grondwatertemperatuur, wordt in de zomer gekoeld en in de winter verwarmd.

Figuur 2.2 zijn de hierboven beschreven concepten schematisch weergegeven.



Figuur 2.2 | Schematische weergave verschillende varianten bodemenergie

2.3

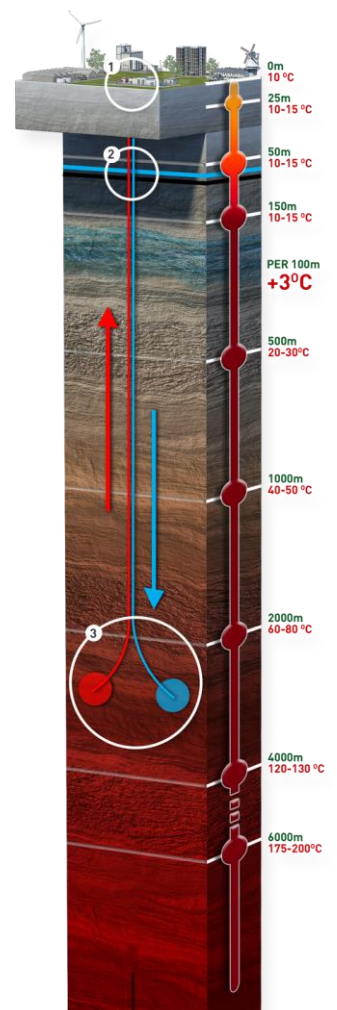
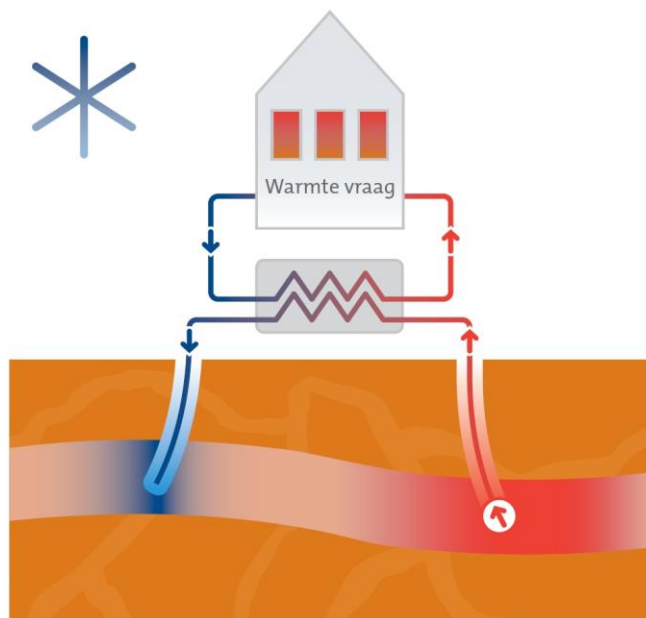
GEOOTHERMIE

Een geothermie is in feite een zeer diep recirculatiesysteem dat bestaat uit een onttrekkings- en een infiltratiebron. Er is geen sprake van opslag. Er wordt namelijk continu “grondwater” onttrokken uit de ene bron en geïnfiltrateerd in de andere bron. De temperatuur loopt in Nederland ongeveer 3 graden per 100 meter op zie Figuur 2.3.

Geothermie kan globaal worden opgedeeld worden in drie niveaus.

- Ondiepe geothermie van 250 tot 1.500 meter beneden maaiveld.
- Geothermie 1.500 tot 4.000 meter beneden maaiveld.
- Ultradiepe Geothermie 4.000 tot 8.000 meter beneden maaiveld.

Voor de Binckhorst is de globale potentie voor ondiepe Geothermie en Geothermie ingeschat op basis van beschikbare gegevens (Hoofdstuk 7.4) voor zo ver bekend. Ultradiepe Geothermie is buiten beschouwing gehouden aangezien deze toepassing meer geschikt is voor grootschalige industriële warmte en vanwege de geologische onzekerheden nog niet eerder toegepast in Nederland. Daarnaast is het de verwachting dat de formaties geschikt voor UDG te diep liggen.



Figuur 2.3 | Schematische weergave geothermie en diepte profiel bodemenergie

3 Energie uit oppervlaktewater

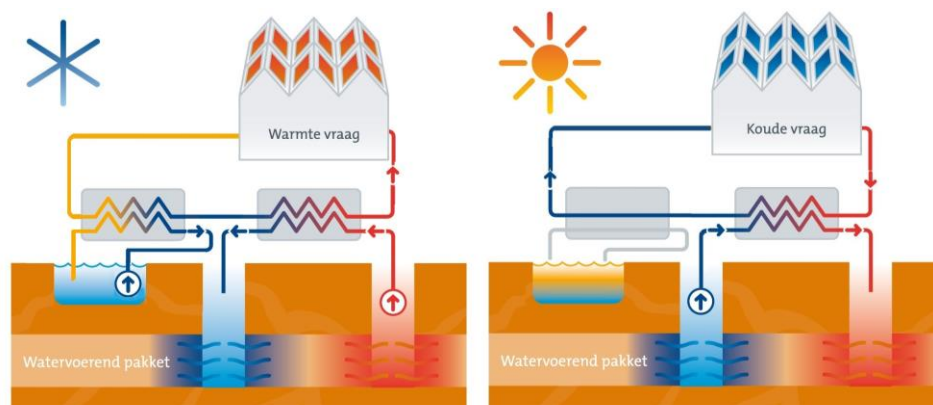
Oppervlaktewater bevat in potentie een grote hoeveelheid thermische energie. In de zomer warmt het oppervlaktewater op als gevolg van zoninstraling en de buitentemperatuur met de omgeving en in de winter koelt het water afhankelijk van de buitentemperatuur af. Oppervlaktewater kan worden ingezet als energiebron. In de winter kan koud water worden onttrokken en in de zomer warm water. Lange termijn opslag van warmte en koude vormt een centrale rol bij de toepassing van oppervlaktewater als energiebron, aangezien de periode waarbij behoefte is aan warmte en koude tegenovergesteld is aan de periode waarbij de warmte en koude beschikbaar is. Deze toepassing laat zich dan ook uitstekend combineren met warmte-/koudeopslag in de bodem (WKO).

3.1 LANDELIJKE POTENTIE VAN ENERGIE UIT OPPERVLAKEWATER

Voor de waterschappen en Rijkswaterstaat is in 2016 de potentie van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) in kaart gebracht. Deze kaarten laten zien waar het economisch interessant is om warmte of koude uit oppervlaktewater te winnen. Door de thermische vraag uit de warmteatlas te combineren met de kaart van Nederlandse oppervlaktewateren is een potentiekaart gemaakt (warmteatlas.nl). Daar waar energievraag en oppervlaktewater samenkomen is een economisch rendabel project te maken. Op basis van de huidige energievraag is het economisch winbare potentieel 12% van de landelijke warmtevraag (42 PJ) en 54% van de landelijke koudevraag (3,8 PJ).

3.2 WARMTE UIT OPPERVLAKEWATER

Thermische energie in de vorm van warmte in oppervlaktewater in de zomer, kan worden omgezet in hoogwaardige warmte met een warmtepomp voor verwarming van gebouwen of de bereiding van warm tapwater. Dit is bijzonder goed toepasbaar bij afnemers met een overwegende warmtevraag zoals woningen. De grote potentie zit in de combinatie van warmtewinning uit oppervlaktewater met een seizoensopslag zoals een bodemenergiesysteem. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het natuurlijke temperatuurverschil van het oppervlaktewater in de zomer de temperatuur van grondwater (ca. 12 °C). In de zomer kan daarmee warmte uit het oppervlaktewater worden gewonnen en worden opgeslagen in een WKO (Figuur 3.1). Deze warmte kan in de winter vervolgens weer worden opgepompt om te dienen als warmtebron voor de warmtepomp. Hiermee kan op een zeer duurzame wijze warmte worden geproduceerd.

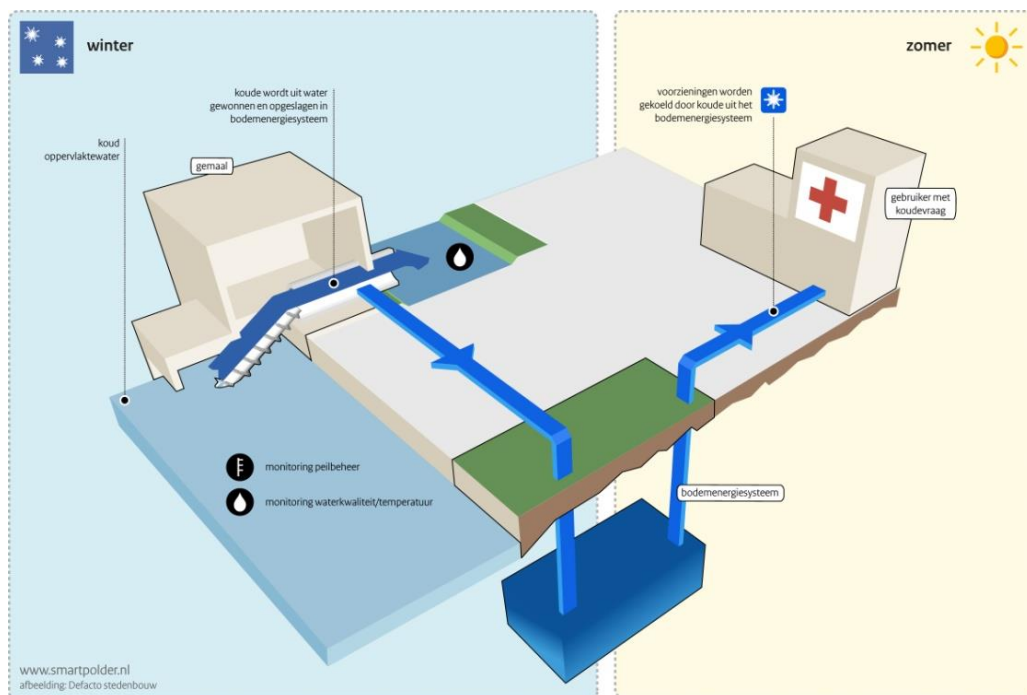


Figuur 3.1 | Schematische weergave van thermische energie uit oppervlaktewater en WKO

Het resultaat is ook dat het oppervlaktewater dat wordt verpompt in de zomer enkele graden afkoelt, wat een positief effect heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit. Met name in de stedelijke omgeving waar de oppervlaktewatertemperatuur negatief wordt beïnvloed door het stedelijk hitte eiland effect, ontstaan lokale knelpunten met de waterkwaliteit zoals blauwalgen, drijfvlagen en botulisme als gevolg van vissterfte. Vaak is dat het gevolg van een overmaat aan voedingsstoffen (eutrofiëring) in combinatie met een te hoge oppervlaktewatertemperatuur waardoor de natuurlijke processen worden versneld. Door het water in beweging te brengen kan het water meer zuurstof opnemen. Dit wordt versterkt door het water enkele graden af te koelen wat de zuurstofopname bevordert. Ook zal kouder water enkele negatieve processen remmen zoals blauwalgenbloei. Hiermee kan TEO bijdragen aan klimaat adaptatie en een toekomst bestendig waterbeheer.

Koude uit oppervlaktewater

In de winter kan ook koude worden gewonnen uit oppervlaktewater en worden opgeslagen in een WKO voor gebruik in de zomerperiode (Figuur 3.2). Dit concept is interessant voor afnemers met een overwegende koudevraag zoals datacenters, ziekenhuizen en industrie. Hiermee kan zonder aanvullende technieken zeer duurzame koeling worden geleverd met lage temperaturen (7 à 9 °C). Ook hier kan rechtstreeks koude worden geleverd als de temperatuur van het oppervlaktewater laag genoeg is. Door grote capaciteiten van gemalen is bij een beperkte temperatuursverandering al een zeer groot koude vermogen beschikbaar en dat maakt thermische winning op gemalen erg interessant.



Figuur 3.2 | Gemaal als koudecentrale in combinatie met WKO.

4 Juridisch kader bodemenergie

Het is van belang om het bodemenergieplan juridisch te verankeren, zodat initiatiefnemers binnen een plangebied zich houden aan de randvoorwaarden voor ondergrondse ordening ('orderingsregels') die in het bodemenergieplan zijn opgenomen. Omdat zowel de gemeente als de provincie belang heeft bij het handhaven van het bodemenergieplan zal de juridische verankering zowel op provinciaal als gemeentelijk niveau plaats moeten vinden. De voorgestelde orderingsregels dienen daarom nader te worden afgestemd met de provincie en gemeente en vastgesteld in het bodemenergieplan. Het aanwijzen van interferentiegebieden gebeurt via een gemeentelijke verordening. De regels voor aanleg van open en gesloten bodemenergiesystemen moeten opgenomen worden in beleidsregels die gebruikt worden bij vergunningverlening. In onderstaande paragrafen is het relevante wettelijke kader voor de verschillende bodemenergiesystemen beschreven.

4.1.1 Open systemen

Het onttrekken en infiltreren van grondwater bij een open bodemenergiesysteem is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. Als bijlage bij de vergunningaanvraag dienen de effecten van het systeem in een effectenstudie te worden gekwantificeerd. De belangrijkste aspecten bij een vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet zijn samengevat in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 | Belangrijkste aspecten vergunning open systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	provincie Zuid-Holland
vergunningplicht	alle open systemen
doorlooptijd	8 weken tot publicatie definitieve beschikking*
leges/publicatiekosten	De provincie rekent geen leges voor open bodemenergiesystemen
juridische voorwaarden	- uitvoeren m.e.r. beoordeling - in ambitiegebieden (stedelijk- en glastuinbouwgebied) is open bodemenergie in het eerste watervoerende pakket in principe uitgesloten; - een open bodemenergiesysteem moet in één watervoerende pakket gerealiseerd worden; de gemiddelde infiltratietemperatuur in de bronnen mag niet hoger zijn dan 30 °C en niet lager zijn dan 5 °C; - bodemenergiesystemen mogen geen negatieve invloed hebben op reeds aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving; - verzilting van het zoete grondwater dient te worden voorkomen; - een koude overschot is toegestaan en een warmteoverschot in principe verboden, de provincie heeft de mogelijkheid om het koude overschot te beperken.

* De provincie kan onder voorwaarden deze termijn verlengen tot 6 maanden

Procedure

Voor een vergunningaanvraag Waterwet geldt de reguliere procedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 8 weken. De provincie heeft de mogelijkheid om de procedure te verlengen naar 6 maanden.

De provincie heeft de ruimte om gebruik te maken van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 6 maanden. Binnen deze procedure wordt, afwijkend van de reguliere procedure, eerst een ontwerpbesluit ter inzage gelegd, voordat het definitieve besluit uitkomt.

In het Besluit milieueffectrapportage is opgenomen dat voor elke aanvraag in het kader van de Waterwet een formele m.e.r.-beoordeling uitgevoerd dient te worden. De formele m.e.r.-beoordeling richt zich op de vraag of op grond van kenmerken van activiteit, plaats, samenhang met andere activiteiten en milieueffecten een uitgebreide m.e.r.-procedure noodzakelijk is of dat met een “reguliere” vergunningsprocedure Waterwet kan worden volstaan.

Voor het uitvoeren van deze m.e.r.-beoordeling dient een aanmeldingsnotitie opgesteld te worden waarin de belangen en effecten zijn omschreven. De proceduredtijd voor het beoordelen van deze notitie en het opstellen van het m.e.r.-beoordelingsbesluit bedraagt zes weken. Indien besloten wordt dat geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden (wat de verwachting is voor onderhavig project) kan de vergunningaanvraag Waterwet, voorzien van een effectenstudie en een kopie van het m.e.r.-beoordelingsbesluit, ingediend worden.

4.2

GESLOTEN SYSTEMEN

Met de inwerkingtreding van de AMvB Bodemenergie op 1 juli 2013 zijn gesloten systemen meldings- en soms vergunningplichtig. Alle gesloten systemen moeten tenminste gemeld worden. Voor gesloten systemen met een bodemzijdig vermogen groter dan 70 kW en alle systemen die in een interferentiegebied worden gerealiseerd, moet ook een Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) worden aangevraagd. De belangrijkste aspecten voor de melding en vergunningverlening voor gesloten systemen zijn samengevat in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 | Belangrijkste aspecten melding en vergunning gesloten systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	gemeente Den Haag
melding	alle systemen
vergunningplicht	≥ 70 kW of ligging in interferentiegebied
doorlooptijd	melding: 4 weken voor start werkzaamheden vergunning: 8 weken tot publicatie definitieve beschikking (OBM)
belangrijkste algemene regels	- de temperatuur van de circulatievloeistof mag niet hoger zijn dan 30 °C en niet lager zijn dan -3 °C, de gemeente heeft de mogelijkheid om een hogere temperatuur toe te staan; - bij vermoedelijke lekkage: onmiddellijk buiten werking stellen en circulatievloeistof verwijderen (tenzij de circulatievloeistof uit alleen water bestaat); - gesloten bodemenergiesystemen mogen geen negatieve invloed hebben op reeds aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving; - een koude overschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de gemeente heeft de mogelijkheid om het koude overschot te beperken.

Binckhorst is niet aangewezen als interferentiegebied. Een gebied aanwijzen als interferentiegebied biedt de gemeente de volgende voordelen:

- Alle gesloten bodemsystemen zijn vergunningplichtig.
- Via een beleidsregel kunnen eisen worden gesteld aan de inpassing van de systemen. Daarmee kan bewerkstelligd worden dat de ondergrond optimaal gebruikt wordt door bodemenergiesystemen, zonder dat negatieve interferentie tussen de systemen ontstaat. Ter onderbouwing van de beleidsregel wordt vaak een bodemenergieplan gebruikt.

Procedure

Voor gesloten bodemenergiesystemen geldt het bestaand wettelijk kader (zie Tabel 4.2). Dit betekent dat voor ieder gesloten systeem een melding (Besluit lozen buiten inrichting of Activiteitenbesluit milieubeheer) gedaan moet worden en voor systemen ≥ 70 kW de Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets moet worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (gemeente Den Haag).

4.3 OPPERVLAKTEWATER

Het onttrekken en lozen van oppervlaktewater is vergunningsplichtig in de waterwet (Keur) .

Tabel 4.3 | Belangrijkste aspecten melding en vergunning gesloten systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	Hoogheemraadschap Delfland
vergunningplicht	Alle systemen
doorlooptijd	Afhankelijk van omvang en meekoppelkansen
belangrijkste algemene regels	- de temperatuursverandering in het water mag niet hoger zijn dan 5 °C ; - in en uitlaatwerken afstemmen met bevoegd gezag (HH Delfland en gemeente); - in en uitstroomsnelheden < 0,3 m/s - voor filteren om inname van vissen ed. te minimaliseren

4.4 LOZINGSVERGUNNING

4.4.1 Wanneer lozen?

Boren van de bronnen/lussen (boorspoelwater)

Voor de aanleg van de bronnen van open systemen en de lussen van gesloten systemen moet worden geboord. Tijdens het boren komt spoelwater vrij (boorspoelwater). De hoeveelheid water die hierbij vrijkomt is beperkt, maar bevat vaak boorspoeling (bentoniet en polymeren) en vrijgekomen grond (zand, klei).

Ontwikkelen van open bronnen (ontwikkelwater)

Direct na het boren worden de bronnen van een open systeem eenmalig schoon gepompt (ontwikkelen). Het doel hiervan is om resten van het geboorde materiaal uit de bronnen te verwijderen (zand en slibdeeltjes), zodat deze niet voor verstoppingen kunnen zorgen. Het grondwater komt vrij met maximaal het uurdebiet van het bodemenergiesysteem. Het gemiddelde debiet zal echter lager liggen. De maximaal te lozen hoeveelheid water bedraagt als vuistregel circa 25 maal het uurdebiet per bron.

Onderhoud van open bronnen (spuiwater)

Tijdens periodiek onderhoud van het open systeem dat gemiddeld twee keer per jaar (doorgaans aan het eind van het zomer- en winterseizoen) plaatsvindt, wordt een relatief kleine hoeveelheid grondwater geloosd. Het eventueel in de bronnen opgehoopte zand of slib wordt tijdens het spuien uit de bronnen gepompt. Hiervoor wordt per spuiactie als vuistregel maximaal eenmaal het uur debiet per bron geloosd.

4.4.2 Hoe lozen?

In de AMvB Bodemenergie is een voorkeursvolgorde voor lozen gedefinieerd. Hierbij worden twee type lozingen onderscheiden:

- lozen van boorspoelwater (open en gesloten systemen)
- lozen van ontwikkel- en beheerwater (alleen open systemen)

Door de specifieke kenmerken van deze stromen geldt er een voorkeursvolgorde voor de lozingsroute. Lokale omstandigheden kunnen aanleiding zijn om af te wijken van deze volgorde. Onderstaande tabel geeft de voorkeursvolgorde weer.

Tabel 4.4 | Voorkeursvolgorde lozen

type afvalwater	voorkeursvolgorde lozing (bevoegd gezag)
Boorspoelwater (open en gesloten systemen)	1. vuilwaterriool (gemeente)
	2. op de bodem (gemeente)
	3. overige lozingsmethoden
	In de bodem en op het schoonwaterriool is niet toegestaan
Ontwikkel- en beheerwater (open systemen)	1. in de bodem (provincie)
	2. oppervlaktewater (Waterschap of Rijkswaterstaat)
	3. schoonwaterriool (gemeente)
	4. vuilwaterriool (gemeente)
	5. externe verwerker

Het beleid ten aanzien van het lozen op oppervlaktewater is beschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen. Dit beleid wordt in het geval van Binckhorst gehanteerd en uitgevoerd door het Hoogheemraadschap van Delfland. Het beleid en het indienen van een vergunning of doen van een melding staat beschreven op de website van het Hoogheemraadschap.

5 Bodemopbouw en belangen

5.1 BODEMEIGENSCHAPPEN

Het technisch functioneren van een bodemenergiesysteem is afhankelijk van een aantal bodemeigenschappen. De belangrijkste voorwaarde voor open systemen is dat in de bodem een geschikte watervoerende zandlaag aanwezig is die voldoende capaciteit biedt voor de opslag van koude en warmte. Een gesloten systeem kan, in tegenstelling tot een open systeem, in een slecht doorlatende laag worden aangelegd. De doorlatendheid is van ondergeschikt belang, aangezien er ook warmte-uitwisseling in slecht doorlatende lagen, zoals klei- of veenlagen kan plaatsvinden.

Een ander aspect dat een rol speelt is grondwaterstroming. Voor zowel open als gesloten systemen zijn de snelheid en de richting van de grondwaterstroming van belang bij het positioneren van de bronnen of bodemwarmtewisselaars. Bij een hoge grondwaterstroming kan thermische interactie tussen de warme en koude bellen optreden. Dit dient in verband met rendementsverlies te worden voorkomen. Bij gesloten systemen heeft de grondwaterstroming ook een invloed op het thermisch functioneren. Dit kan zowel positief als negatief zijn.

Ook de diepte van de grondwaterstand op de locatie is van belang. Een diepe grondwaterstand is ongunstig voor de toepassing van gesloten systemen, omdat onverzadigd zand de warmte minder goed geleid. Voor het energetisch rendement van open systemen is de grondwaterstand minder van invloed.

Tenslotte is voor open systemen de grondwaterkwaliteit van belang. De chemische samenstelling en de temperatuur van het grondwater zijn van belang voor het goed functioneren van een open systeem. Daarnaast mag een open systeem geen verzilting veroorzaken, dus moet ook gekeken worden naar de invloed op het zoet/brakgrensvlak. Aangezien bij een gesloten systeem geen grondwater wordt onttrokken, is de werking van dit systeem niet afhankelijk van de waterkwaliteit van het grondwater.

Bovengenoemde aspecten worden verder in dit hoofdstuk behandeld. Daarbij wordt aangegeven in hoeverre ze de haalbaarheid van open en gesloten bodemenergiesystemen in de Binckhorst beïnvloeden.

5.1.1 Bodemgeschiktheid open systemen

De bodemopbouw in de directe omgeving van de Binckhorst is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS)
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINO Loket
- Boorbeschrijvingen van gerealiseerde open bodemenergiesystemen in de omgeving (onder andere Haagse Hogeschool, Laakhaven, Centraal Station en Beatrixpark)

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd in aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen. Tabel 5.1 geeft de globale bodemopbouw in het projectgebied weer.

Lokaal kan de bodemopbouw variëren. De lokale bodemopbouw dient bij de vergunningaanvraag voor een individueel systeem nader te worden beschouwd.

Tabel 5.1 | Schematisatie van de bodem

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologische benaming
0 - 20	klei, matig fijn tot matig grof zand	deklaag
20 - 75	matig fijn tot zeer grof zand	1 ^e watervoerend pakket
75 - 90	klei en matig fijn zand	1 ^e scheidende laag
90 - 115	matig fijn tot matig grof zand met kleilagen	2 ^e watervoerende pakket
115 - 125	klei	2 ^e scheidende laag
125 - 255	matig fijn tot matig grof zand met kleilagen	3 ^e watervoerende pakket
> 255	klei en fijn zand	hydrologische basis

* het maaiveld bevindt zich op circa 1 m+NAP

Eerste watervoerende pakket

In de provincie Zuid-Holland is het in principe niet toegestaan gebruik te maken van het eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen in stedelijk gebied. Hiervan kan afgeweken worden als een bodemenergieplan opgesteld wordt voor een gebied, waarin aangetoond wordt dat toepassing van bodemenergie in het eerste watervoerende pakket geen ondiepe belangen schaadt (beleidsregel open bodemenergiesystemen provincie Zuid-Holland art 3, lid 3). In overleg met de provincie zal moeten worden bepaald of de grootschalige toepassing van open bodemenergie voor de locatie van de Binckhorst mogelijk gelijk is.

Tweede watervoerende pakket

Het tweede watervoerende pakket is vanwege zijn beperkte dikte niet geschikt voor grootschalige toepassing van open bodemenergie.

Derde watervoerende pakket

Het derde watervoerende pakket bestaat uit matig fijn tot matig grof zand. In het derde watervoerende pakket (125 - 255 m-mv) is de toepassing van open bodemenergiesystemen mogelijk. Verwacht wordt dat een broncapaciteit tussen de 75 en 125 m³/uur haalbaar is in dit pakket.

Overige geohydrologische eigenschappen open systemen

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 5.2.

Tabel 5.2 | Geohydrologische eigenschappen voor open bodemenergiesysteem

parameter	toelichting		
grondwaterstand	✓	1,4 m-mv	
stijghoogten	✓	circa 3 - 3,5 m-mv in alle watervoerende pakketten	
stromingssnelheid- en richting	✓	derde watervoerende pakket: 5 m/jaar in zuidoostelijke richting	
temperatuur	✓	12 - 14°C (125 - 255 m-mv)	
zoet/brak/zoutgrensvlak	✓	circa 70 m-mv	
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt	⚠ aandachtspunt of risico	✗ hoog risico of belemmering	

5.1.2 Bodemgeschiktheid gesloten systemen

Voor gesloten systemen geldt dat zij gebruik kunnen maken van alle watervoerende pakketten en aanwezige scheidende lagen. De beperking qua gebruik zoals opgelegd bij open systemen, is hier niet van toepassing. Voor het benutten van het maximale potentieel aan bodemenergie is een scheiding tussen de open en gesloten bodemenergiesystemen nodig. Voor een eenduidige en eenvoudige ordening is het uitgangspunt dat open bodemenergiesystemen toegepast kunnen worden in het derde watervoerende pakket en de gesloten systemen tot aan het derde watervoerende pakket (circa 125 m-mv). Hiermee kan kavel specifiek worden gekozen en is het ook mogelijk om beide varianten “boven” elkaar te realiseren.

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een gesloten bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 5.3.

Tabel 5.3 | Geohydrologische eigenschappen voor gesloten bodemenergiesysteem

parameter	toelichting		
grondwaterstand	✓	1,4 m-mv	
stijghoogten	✓	circa 3 - 3,5 m-mv in alle watervoerende pakketten	
stromingssnelheid- en richting	✓	eerste watervoerende pakket: 15 m/jaar in zuidoostelijke richting tweede watervoerende pakket: 5 m/jaar in zuidoostelijke richting	
temperatuur	✓	12° C (0 - 125 m-mv)	
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering			

5.2 AANWEZIGE EN TOEKOMSTIGE BELANGEN

In Tabel 5.4 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de werking van een open en/of gesloten bodemenergiesysteem.

Tabel 5.4 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

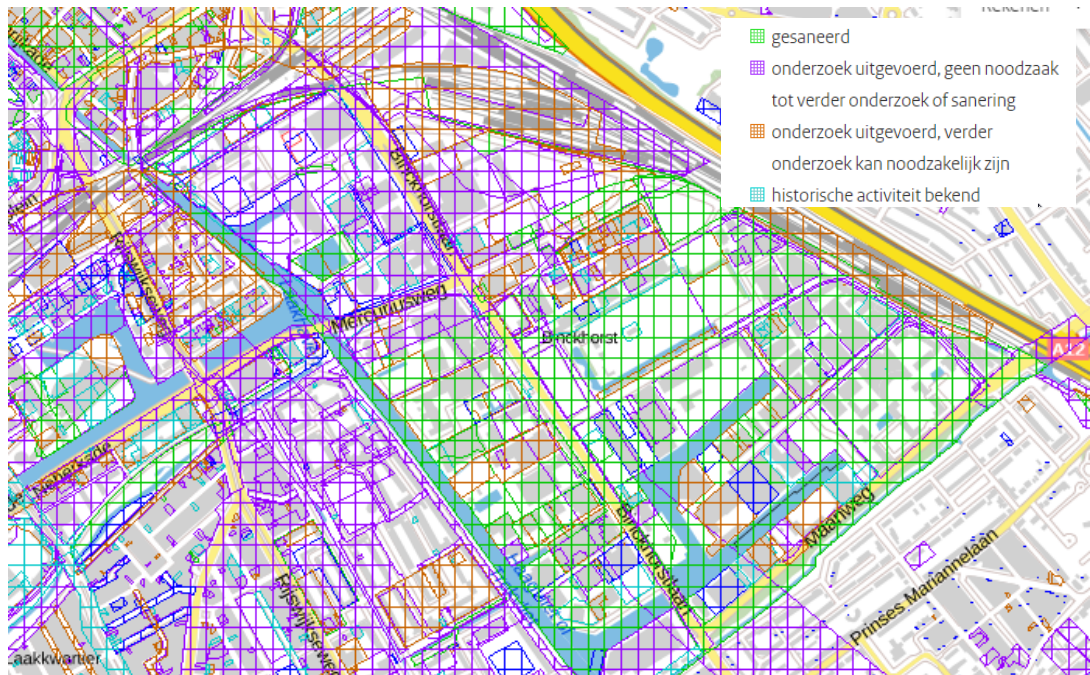
onderwerp		toelichting
bodemenergieplan	✓	niet gelegen in bodemenergieplan
grondwatergebruikers	✓	geen andere open of gesloten bodemenergiesystemen in of nabij Binckhorst
zettingen	✓	noemenswaardige zetting wordt niet verwacht
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een waterwingebied
natuurbelangen	✓	geen beschermde natuur aanwezig
archeologie/aardkundig waardevol gebied	✓	terrein van hoge archeologische waarde (Kasteel De Brinckhorst), geen belemmering. Niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied.
verontreinigingen	⚠	(grond)waterverontreinigingen aanwezig
waterkering	✓	twee regionale waterkering binnen plangebied, geen belemmering
spoor	✓	plangebied grenst aan sporen, geen belemmering
begraafplaats	✓	gelegen in het plangebied, geen belemmering voor bodemenergiesysteem buiten de begraafplaats
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ⊗ hoog risico of belemmering		

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de aanwezigheid van (grond)waterverontreinigingen een aandachtspunt vormt. In onderstaande paragraaf wordt hier nader op in gegaan.

5.3 VERONTREINIGINGEN

Het verontreinigingsbeeld van de Binckhorst is zeer divers. Dit is het gevolg van verschillende bedrijfsmatige activiteiten die in het verleden hebben plaatsgevonden en de wijze waarop het gebied is ontwikkeld.

Figuur 5.1 | Overzicht status bodemonderzoek en sanering Binckhorst (bron: WKO-tool 2018)



Binnen het plangebied zijn twee gevallen van ernstige bodemverontreiniging bekend die zijn aange-merkt als humane spoedlocatie. Dat wil zeggen dat de daar aanwezige bodemverontreiniging mogelijk een risico oplevert voor de gezondheid van mensen. Het betreft de volgende gevallen:

- NS Emplacement Binckhorst Geval 165, WBB 15 (locatiecode 1820063). De sanering van dit geval is in uitvoering;
- Binckhorstlaan 320 tot en met 334. In de beschikking (kenmerk ODH-2015-00684734 d.d. 14 juli 2015) is opgenomen dat uiterlijk op 14 juli 2019 gestart moet worden met de sanering van dit geval.

Niet alle verdachte deellocaties in het plangebied zijn (voldoende) onderzocht of gesaneerd. Voor die delen binnen het plangebied waar herinrichting en/of nieuwbouw plaatsvindt is bodemonderzoek noodzakelijk, eventueel gevolgd door een sanering. Daarnaast kan het voorkomen dat wel onderzoek bekend is, maar dat het uitgevoerde bodemonderzoek sterk verouderd is (ouder dan vijf jaar). Voor deze locaties geldt dat het bodemonderzoek geactualiseerd moet worden bij bouwplannen/herinrichtingsplannen.

Ten aanzien van de beoogde open bodemenergiesystemen geldt dat aangetoond moet worden dat de verontreinigingen niet negatief beïnvloed worden en dat er geen verplaatsing van de verontreinigingen optreedt. Gezien de diepteligging van de beoogde open bodemenergiesystemen wordt beïnvloeding van de verontreinigingen niet verwacht.

Ten aanzien van de open en gesloten bodemenergiesystemen geldt dat wanneer deze in verontreinigd gebied gerealiseerd worden, maatregelen getroffen moeten worden voor het werken in en met verontreinigde grond en grondwater.

6 Binckhorst

6.1 BOUWPROGRAMMA

Het bouwprogramma van Binckhorst in Den Haag is weergegeven in Figuur 6.1. Het totaal oppervlak van het plan Binckhorst (exclusief oppervlaktewater) bedraagt orde grootte 100 hectare. Voor de aantallen woningen en omvang van commerciële voorzieningen zijn voor de berekeningen aannames gedaan op basis van het Stedenbouwkundig Plan en de ambities van de Stadmakers :

- 9.400 woningen
- 1.000.000 m² wonen
- 350.000 m² commerciële voorzieningen



Figuur 6.1 | Bouwprogramma Binckhorst Den Haag

6.2 WARMTE- EN KOUDEVRAAG

De totale warmtevraag voor ruimte- en tapwaterverwarming en koudevraag voor koeling voor de functies wonen en werken, is bepaald op basis van de Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG) methode. Hiervoor is gebruik gemaakt van de kentallen per m² die in de Uniforme Maatlat Gebouwde Omgeving (versie 4.1) van het Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) zijn opgenomen. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 1.

Warmtevraag

De totale warmtevraag voor ruimte- en tapwaterverwarming voor de woningen en voor de functie werken (utiliteit) bedraagt op basis van bovenstaande methodiek 45.700 MWh_t per jaar.

Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de totale warmtevraag van de woningen en de functie werken wordt geleverd door elektrisch aangedreven warmtepompen, die een seizoensrendement (SPF) van 4,5 hebben voor ruimteverwarming en 3,0 voor tapwaterverwarming. De totale warmtevraag die door de duurzame energiebron moet worden geleverd bedraagt hierbij **33.429 MWh_t** per jaar.

Koudevraag

De totale koudevraag voor koeling van de woningen en van de functie werken bedraagt op basis van bovenstaande methodiek 12.383 MWh_t per jaar.

Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de totale koudevraag direct geleverd wordt door de duurzame (koude)bron, bestaande uit het open of gesloten bodemenergiesysteem en eventueel door koude levering uit het oppervlaktewater. De totale koud levering door de duurzame (koude)bron bedraagt dus ook **12.383 MWh_t**.

6.3 ELEKTRICITEITSVRAAG

De jaarlijkse vraag naar elektriciteit van de woningen en van functies werken (utiliteit) is bepaald op basis van kengetallen per m² die in de Uniforme Maatlat Gebouwde Omgeving (versie 4.1) van het Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) zijn opgenomen. De berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 1.

Het totaal elektraverbruik van de woningen en functies werken (utiliteit) voor verlichting, hulp-energie en apparatuur bedraagt 47.735 MWh_e. Het elektraverbruik voor verwarming en koeling is gebaseerd op een SPF van het opwekkingsysteem van 4,5 en bedraagt 12.907 MWh_e. Het totaal jaarlijks elektraverbruik van het bouwprogramma bedraagt hierbij **60.642 MWh_e**.

6.4 ELEKTRICITEITSPRODUCTIE

PV-panelen

Als vuistregel¹ wordt gehanteerd dat 8% van het totaal planoppervlak aan PV-oppervlak op de daken kan worden geplaatst. Dit komt neer op een totaal oppervlak van 80.000 m². Met een opbrengst van

¹ Vuistregel is gebaseerd op vergelijkbare studie Havenstad Amsterdam. Hierbij is met zonatlas.nl een inschatting gemaakt van het beschikbare dakoppervlakte per kavel (hoog stedelijk gebied) voor de installatie van PV. Vuistregel is een indicatie en sterk afhankelijk van de oriëntatie en vormgeving van de gebouwen en de ruimtelijke inrichting.

137,5 kWh_e per m² per jaar, bedraagt de jaarlijkse elektriciteitsproductie met PV-panelen **11.000 MWh_e**. Dit is een dekkingsgraad van circa 18% van de totale jaarlijkse elektriciteitsvraag.

Windmolens

De elektriciteitsvraag voor het plan Binckhorst die niet geleverd kan worden met de PV-panelen bedraagt nog **49.642 MWh_e**. Om deze vraag duurzaam met windmolens te kunnen leveren, zijn vijf windmolens van 5 MW nodig met elk een jaaropbrengst van circa 10.000 MWh_e.

7 Potentie duurzame bronnen

7.1 OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Algemeen bodemenergiesystemen

Om het maximale bodempotentieel voor warmte- en koude levering van bodemenergiesystemen te bepalen, is uitgegaan van een aantal randvoorwaarden. Zo wordt uitgegaan van een combinatie van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen. Om thermische interferentie tussen deze beide typen systemen te voorkomen is uitgegaan van een dieptescheiding tussen deze twee typen systemen. De gesloten bodemenergiesystemen worden tot een diepte van 125 m-mv toegepast (tot aan het derde watervoerende pakket) en de open bodemenergiesystemen vanaf 125 tot 255 m-mv (in het derde watervoerende pakket). De mogelijkheid voor het toepassen van open bodemenergiesystemen in het eerste watervoerende pakket wordt nog nader onderzocht in overleg met de provincie. Het potentieel is indicatief bepaald zie

Figuur 7.3.

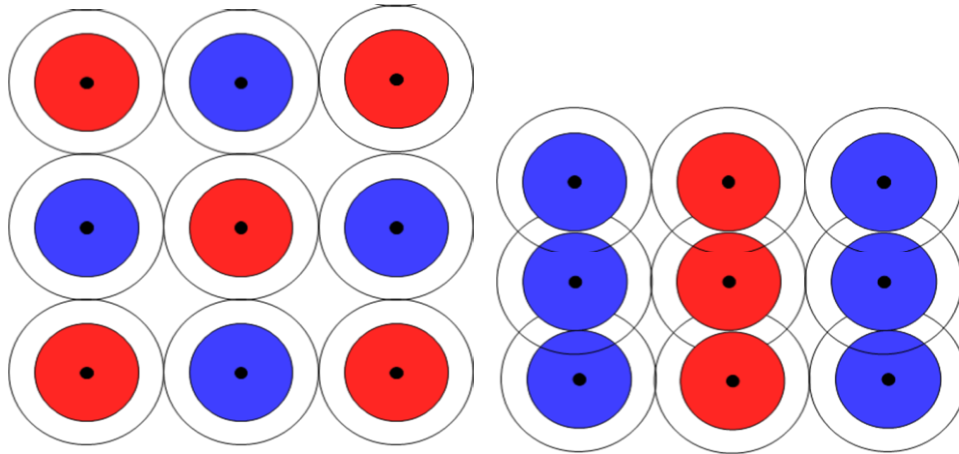
Opslagpakket

Voor de open bodemenergiesystemen wordt uitgegaan van het realiseren van de bronfilters in het derde watervoerende pakket tussen 125 - 255 m-mv. De maximale capaciteit die per bron uit dit pakket kan worden onttrokken en kan worden geïnfiltreerd is ingeschat op een debiet dat ligt tussen 75 - 125 m³/h. In dit onderzoek wordt een debiet per bron van 100 m³/h aangehouden.

De toepassing van monobronnen wordt uitgesloten om de maximale capaciteit voor doubletten te reserveren. Bij een monobron wordt het koude en warme bronfilter in één boorgat boven elkaar geplaatst. Om thermische interactie tussen de bronfilters te voorkomen, moet een verticale afstand tussen de bronfilters aangehouden worden. Hierdoor kan een beperkt deel van de beschikbare dikte van het opslagpakket nuttig gebruikt worden voor het opslaan van koude en warmte. Daarnaast zal bij een combinatie van doubletten en monobronnen, voldoende horizontale afstand tussen een doublet en monobron aangehouden moeten worden om thermische interferentie tussen beide systemen te voorkomen. Dit omdat bij een optimale inzet van een doublet de bronfilters van het doublet op dezelfde diepte gerealiseerd zullen worden als zowel het koude als het warme bronfilter van de monobron.

Bronconfiguratie

Thermisch gezien is het gunstig om alle koude bronnen te clusteren en alle warme bronnen te clusteren. Het gevolg hiervan is echter dat onaantvaardbare hydrologische effecten en zettingen kunnen optreden, omdat de effecten van de gezamenlijke bronnen elkaar zullen versterken. Om de hydrologische effecten te beperken bestaan globaal twee mogelijke ordeningspatronen: een dambordpatroon en een strokenpatroon (zie Figuur 7.1).



Figuur 7.1 | Dambordpatroon (links) en strokenpatroon (rechts).

Dambordpatroon

Een dambordpatroon bestaat uit een repeterend patroon, waarbij koude en warme bronnen kruislings geplaatst worden met een bepaalde vaste onderlinge afstand. Bij dit patroon worden de hydrologische effecten zoveel mogelijk uit gedempt en is het effect op de grondwaterstand minimaal.

Strokenpatroon

Een strokenpatroon bestaat uit een afwisseling van koude en warme stroken met een vaste onderlinge afstand. Ook bij een strokenpatroon treedt uitdemping van de hydrologische effecten op, maar minder sterk dan bij een dambordpatroon. Het voordeel bij een strokenpatroon is dat de opslagcapaciteit van de ondergrond efficiënter gebruikt wordt door een hogere dichtheid aan bronnen dan bij een dambordpatroon waarbij de onderliggende afstand groter moet zijn. Vanwege de diepe ligging en daarmee de beperkte effecten naar maaiveld wordt gebruikt gemaakt van een strokenpatroon om het maximale potentieel van de bodem te ontsluiten. In bijlage 2 zijn concept ordeningsregels weergegeven, deze zullen nader worden uitgewerkt in overleg met de Stadmakers, gemeente en de provincie.

Potentieel

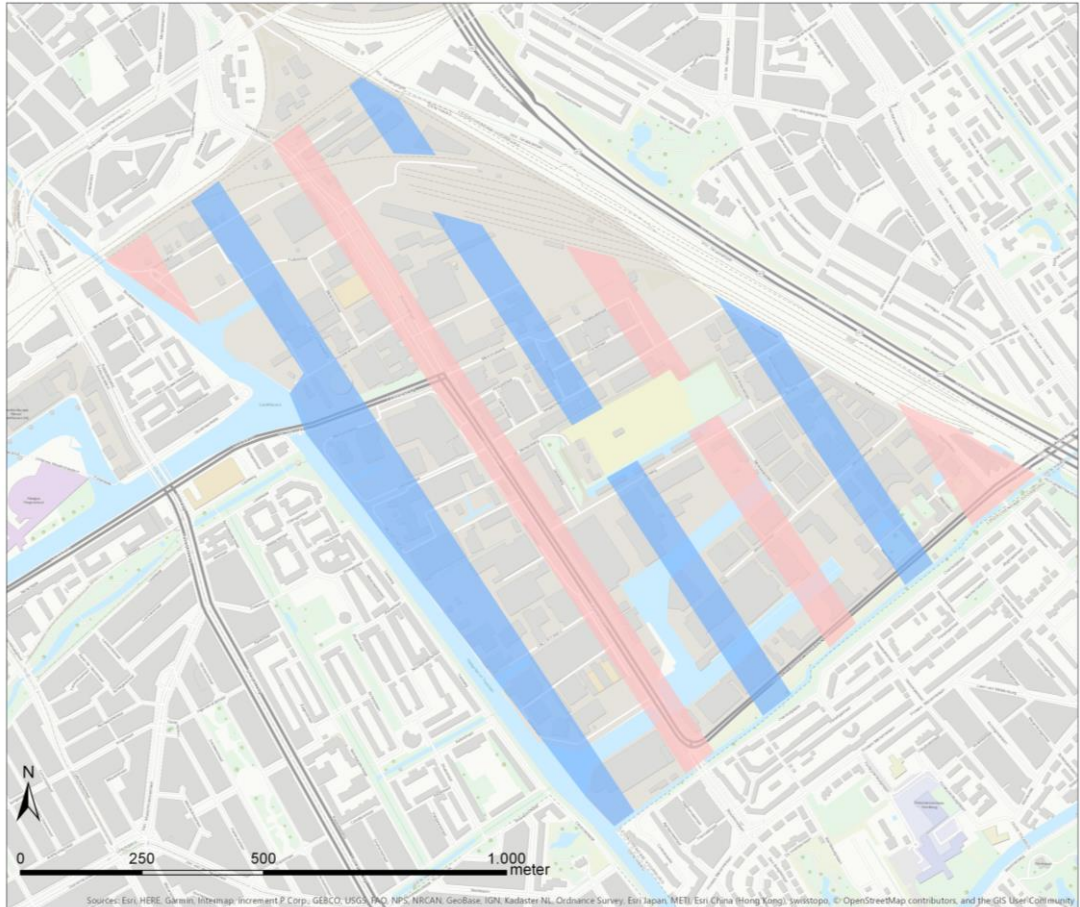
De hoeveelheid warmte die in de winter aan het grondwater kan worden onttrokken is gelijk aan de hoeveelheid warmte die in de zomer aan het grondwater wordt toegevoegd, door het leveren van koude. Ofwel: de open bodemenergiesystemen dienen op jaarbasis te beschikken over een energiebalans in de bodem. Aangezien op jaarbasis de te verwachte warmtevraag ruim tweemaal groter is dan de te verwachte koudevraag, zal er sprake zijn van een warmtetekort in de bodem (ofwel koude overschot). Hierbij zal middels een aanvullend systeem extra warmte in de bodem geladen moeten worden. Hiervoor kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van warmte uit het nabijgelegen oppervlaktewater (TEO), zonnecollectoren of droge koelers.

Op basis van randvoorwaarden² is het bodempotentieel voor open bodemenergiesystemen bepaald. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De capaciteit van de bronnen bedraagt 100 m³/h per bron.
- 1.500 vollasturen per seizoen (150.000 m³/seizoen/doublet).
- Een filterlengte van 40 m.
- Een gemiddeld temperatuurverschil tussen de bronnen voor warmte- en koude levering van 5 °C.
- De bronnen worden in een strokenpatroon, gelijkmatig over Binckhorst (met een oppervlak van circa 100 hectare) in de bodem aangebracht.
- Een onderlinge afstand tussen bronnen van dezelfde soort (warm dan wel koud) van 25 tot 50 m.
- Een onderlinge afstand tussen de bronnen van 150 tot 200 m om negatieve thermische interferentie tussen de koude en warme bronnen te voorkomen.

In Figuur 7.2 en bijlage 3 is een indicatie van het strokenpatroon opgenomen voor het plaatsen van koude bronnen (blauwe stroken) en warme bronnen (rode stroken). De stroken liggen (van het midden van de ene strook naar het midden van de andere strook) circa 200 m uit elkaar. De begraafplaats en de aanwezige sporen en oppervlaktewater zijn uitgesloten voor het plaatsen van bronnen.

² Deze randvoorwaarden zijn niet bindend zolang deze niet juridisch zijn verankerd in een bodenenergieplan. De ordelingsregels en het strokenpatroon uit deze studie vormen een leidraad om de maximale potentie van de bodem te benutten. Hier kan onderbouwd op worden afgeweken voor een praktische inpassing.



Figuur 7.2 | Indicatie strokenpatroon Binckhorst voor het plaatsen van koude en warme bronnen

Op basis van bovenstaande randvoorwaarden en uitgangspunten is bepaald wat het ondergronds ruimtebeslag van één doublet bronnen is (uitgaande van een strokenpatroon). Hieruit volgt dat binnen de totale oppervlakte van Binckhorst circa 60 doubletten (60 koude en 60 warme bronnen) geplaatst kunnen worden. Hierin is rekening gehouden met de lokale inpassingsbeperkingen van de bronnen. Hiermee kan een totaal grondwaterdebiet van 6.000 m³/h gehaald worden en een waterverplaatsing van 9.000.000 m³/seizoen (m.e.r. plichtig bij één collectieve aanvraag). In bijlage 2 is een overzicht gegeven (in concept) van de ordeningsregels die kunnen worden vastgesteld.

Het totale potentieel in warmtelevering bedraagt hierbij **52.000 MWh_t** per jaar. Daar op jaarbasis energiebalans in de bodem moet worden gecreëerd, bedraagt de potentie in koude levering ook **52.000 MWh_t** per jaar. Hiermee kan voor de totale vraag worden voldaan aan de totale warmte en koude vraag van de Binckhorst, echter lokaal kan er mogelijk een knelpunt zijn voor energie intensieve gebieden.

Potentieel eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen

In de provincie Zuid-Holland is het in principe niet toegestaan gebruik te maken van het eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen in stedelijk gebied. Hiervan kan afgeweken worden als een bodemenergieplan opgesteld wordt voor het gebied, waarin aangetoond wordt dat toepassing van bodemenergie in het eerste watervoerende pakket geen ondiepe belangen schaadt.

De haalbare broncapaciteit in het eerste watervoerende pakket is lager dan in het derde watervoerende pakket. Vanwege de ondiepe ligging van het eerste watervoerende pakket en het beperken van de invloed op ondiepe belangen, kunnen de bronnen niet in stroken geplaatst worden. Uitgaande van het plaatsen van de bronnen in een dambordpatroon, waarbij telkens twee bronnen worden geclusterd, bedraagt het totale potentieel in warmtelevering circa **22.000 MWh_t** per jaar en in koudelevering ook **22.000 MWh_t**.

Bij het bepalen van bovenstaand potentieel in warmte- en koudelevering is er van uit gegaan dat geen gesloten bodemenergiesystemen in het eerste watervoerend pakket energie onttrekken en toevoeren.

Figuur 7.3 | Potentieel eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen

7.2 GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

Bodem

De gesloten bodemenergiesystemen worden uitgevoerd middels verticaal in de bodem aangebrachte bodemlussen tot een diepte van 125 m-mv. De gesloten bodemenergiesystemen onttrekken warmte en koude aan de bodem over het volledige dieptebereik tussen maaiveld en 125 m-mv.

Bronconfiguratie

Ingeschat wordt dat het maaiveldoppervlak dat beschikbaar is om de bodemlussen in de bodem aan te brengen, 30% van het totaal maaiveldoppervlak bedraagt. Dit komt neer op een totaal maaiveldoppervlak van 30 hectare.

Voor de potentieel berekeningen in warmte- en koude levering van de gesloten bodemenergiesystemen, wordt als uitgangspunt aangehouden dat bodemlussen in een gelijkmatig raster in de bodem worden aangebracht met een gemiddelde onderlinge afstand tussen de bodemlussen van 6,5 m. Dit komt neer op een dichtheid van 236 bodemlussen per hectare. Voor 30 hectare bedraagt het totaal aantal bodemlussen circa 7.100.

Potentieel

Op basis van bovenstaande randvoorwaarden en uitgangspunten zijn met behulp van het computerprogramma Earth Energy Designer berekeningen uitgevoerd met als doel de maximale potentie van de bodem tussen 0 en 125 m-mv te kwantificeren.

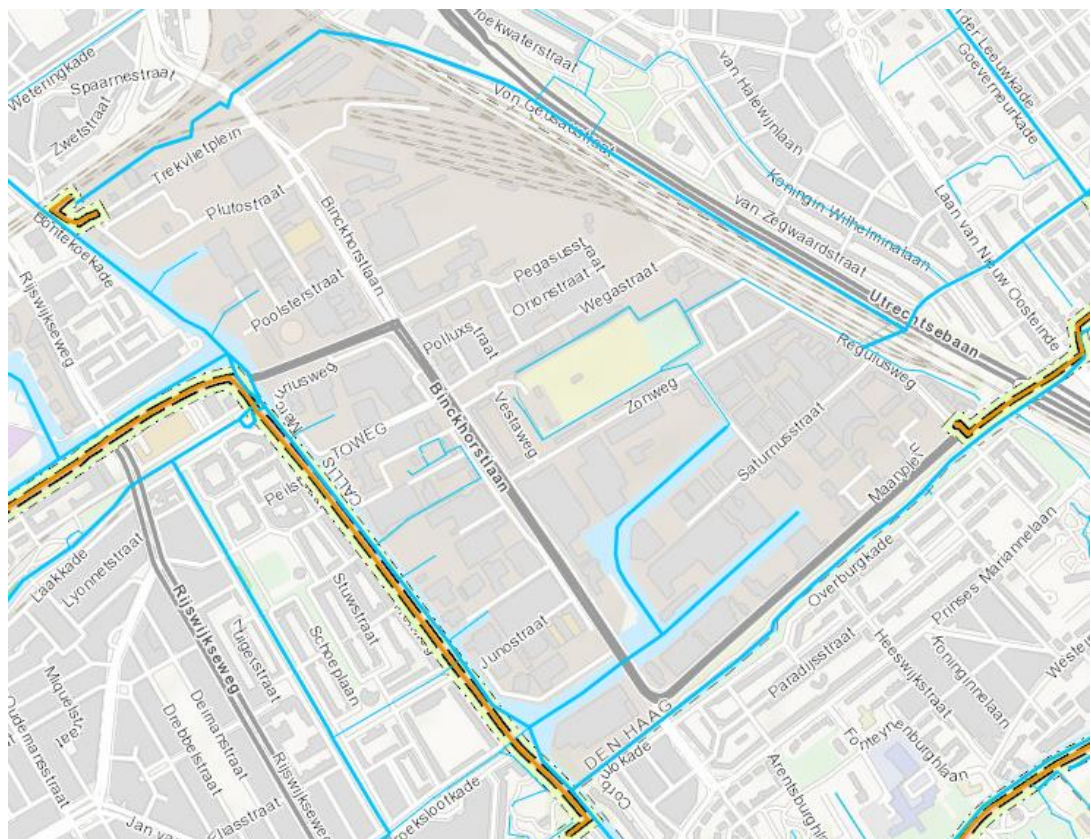
De totale potentie in warmtelevering van de bodem met 7.100 bodemlussen tot 125 m-mv bedraagt **38.000 MWh_t** per jaar. Hierbij is uitgegaan van een energiebalans in de bodem. Daardoor bedraagt de potentie in koude levering ook **38.000 MWh_t** per jaar.

7.3 THERMISCHE ENERGIE UIT OPPERVLAKTEWATER (TEO)

Om te kunnen beoordelen wat het potentieel van TEO is, zijn de gegevens van het aanwezige oppervlaktewater belangrijk. De oppervlakte bepaalt in grote mate de hoeveel zonne-instraling er over een seizoen is en daarmee het potentieel (4.000 GJ per hectare per jaar, Bron: verkenning TEO UvW 2016). De oppervlakte in relatie tot de diepte geeft het volume en het maximale debiet dat mogelijk is. Hiermee kan een inschatting worden gemaakt van de hoeveelheid energie die onttrokken kan worden.

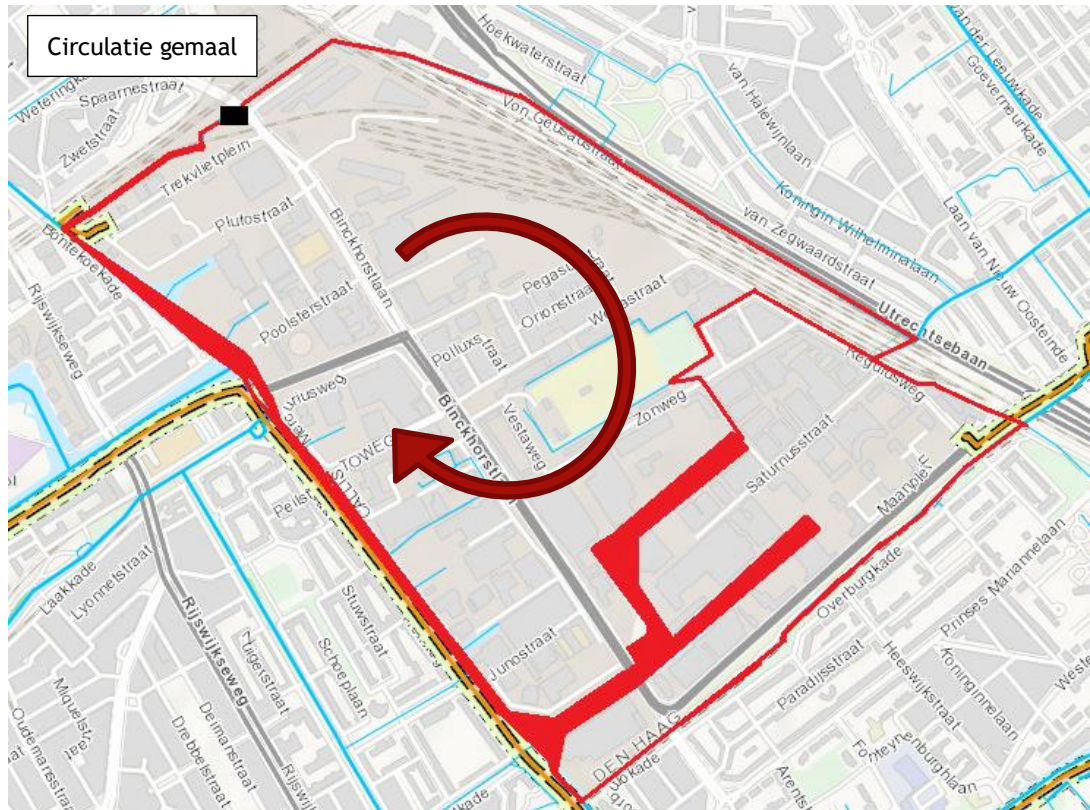
7.3.1 Eigenschappen oppervlaktewater

Het oppervlaktewater dat gebruikt kan worden als potentieel voor de TEO is het aanwezige water in en aangrenzend aan de Binckhorst (Figuur 7.4). Het gaat hier hoofdzakelijk om de Trekvljet en de in het gebied aanwezige havens.



Figuur 7.4 | Beschikbaar oppervlaktewater Binckhorst (Bron: legger HH Delfland)

Door het water op een slimme locatie in te nemen kan het water rond de Binckhorst en de havens worden rondgepompt, zo ontstaat een circuit waarmee de maximale oppervlakte kan worden benut voor het invangen van warmte en/of koude. In Figuur 7.5 is een mogelijk circuit weergegeven, ten noorden van de Binckhorst lijkt een gemaal te staan waarmee circulatie over het Binck-circuit al mogelijk lijkt te zijn. Dit zal verder moeten worden onderzocht in overleg met het Hoogheemraadschap van Delfland.



Figuur 7.5 | Voorbeeld Binckhorst-Circuit met (bestaande?) circulatie gemaal

Daarnaast is het Binckhort-circuit onderdeel van het Haagse boezemwater. De capaciteit van het circuit wordt bepaald op basis van de afmetingen van de watergangen. Op basis van de gegevens van lengte, breedte en leggerdiepte van de verschillende trajecten in het circuit is het volume per traject bepaald.

Op basis van het volume in het circuit is de warmtecapaciteit van het circuit op jaarbasis bepaald (2.000 vollasturen warmte onttrekking in de zomer). Bij deze warmtecapaciteit hoort een verblijftijd in het circuit van 7 dagen. Bij de bepaling van de capaciteit is uitgegaan van een maximale temperatuurdaling van het water van 5 °C (richtlijn koude lozingen STOWA). Bij deze berekening is ervan uitgegaan dat het Binckhort-circuit niet wordt beïnvloed door het grote Haagse circuit.

Tabel 7.1 | Overzicht TEO-circuits Binckhorst Den Haag (bron: legger HH Delfland)

	Breedte	Lengte	Diepte	Oppervlakte	Volume	Debiet	Vermogen	Energie
	m	m	m	m ²	m ³	m ³ /h	kWt	MWht
Trekvllet Zuid	28	1.000	2	28.000	64.400	383	2.223	4.447
Trekvllet Noord (Haagse circuit)	32	500	1	16.000	21.600	129	746	1.491
Overburgkade	8	1.200	1	9.600	9.600	57	331	663
Binckhorsthavens Noord	40	600	3	24.000	64.800	386	2.237	4.474
Binckhorsthavens Zuid-trekvllet	40	700	3	28.000	75.600	450	2.610	5.220
Haven Poolsterstraat	80	65	2	5.200	9.880	59	341	682
Totaal Binckhorst- Circuit	228	4.065		110.800	245.880	1.464	8.489	16.977

Uit de tabel is het potentieel per watergang/haven uitgerekend en het totaal potentieel van **16.977 MWht** bij het creëren van het Binckhorst-circuit. Dit heeft als voordeel dat de maximale potentie van het oppervlaktewater kan worden benut en een minimale infrastructuur nodig is om het potentieel te ontsluiten. Wel zal bij een collectieve TEO als regeneratie voorziening een backbone in het gebied gelegd moeten worden waarmee de energie over de Binckhorst kan worden verdeeld en de lokale bodemenergiesystemen in balans kunnen worden gebracht. Het is ook mogelijk om individuele TEO-systemen te maken binnen de watergangen/havens. Dit voor energielevering of balanceren van bodemenergie per kavel of deelgebied. Bij een meer individuele oplossing zal afstand tussen de in- en uitlaat van het systeem moeten worden gecreëerd door het leggen van leidingen, ook is interferentie tussen de verschillende TEO-systemen niet uit te sluiten en zal er een thermisch/hydraulisch model opgesteld moeten worden waarmee de effecten van individuele oplossingen kunnen worden getoetst.

Het grote Haagse Circuit

Het grote Haagse circuit stroomt op zijn eigen wijze met debieten die veel groter dan van het Binckhorst-circuit. In het algemeen kunnen er 2 situaties onderscheiden worden:

1 Bij wateroverlast stroming richting Scheveningen:

In de situatie met wateroverlast wordt het water uit de Haagse regio afgevoerd via het gemaal Drs. P.H. Schoute in het Verversingskanaal naar de Noordzee. De maximale capaciteit van het gemaal is ongeveer 12 m³/s. Het gemaal Schoute draait minder dan 10% van de tijd en dan maar een zeer beperkte tijd op maximumcapaciteit.

2 Het circulatiegemaal (UNIPER-gemaal) aan

In het geval dat de elektriciteitscentrale in Den Haag (De Constant Rebecqueplein) functioneert, wordt het grote Haagse circuit gebruikt als koelcircuit. Dit circuit wordt aangedreven door het UNIPER-gemaal dat is gesitueerd aan het einde van de Beeklaan naast het Verversingskanaal. Het gemaal pompt het water vanuit het Verversingskanaal via een duiker (orde 750 meter) naar de Valkenboskade (bij de Hanenburglaan). Daarna stroomt het water via onder andere de Loosduinsekade, Soestdijksekade, Troelstrakade en Neherkade door de Haagse binnenstad weer richting het Verversingskanaal en de elektriciteitscentrale. De capaciteit van het UNIPER-gemaal is ongeveer 2 m³/s (7.200 m³/h), het gemaal draait slechts een beperkte tijd. In augustus 2017 was dat ongeveer 30% van de tijd, meestal in de avonden.

Indien het grote Haagse circuit wordt gebruikt voor de elektriciteitscentrale of in het geval van wateroverlast dan levert dit een situatie op waarbij het in het Brinkhorst-circuit afgekoelde water niet meer retourneert naar het innamepunt. Het debiet in het grote Haagse circuit zijn namelijk significant groter dan het debiet in het Brinkhorst-circuit. In dat geval zou kunnen worden overwogen om het temperatuurverschil tussen inname en lozing te verhogen of het onttrekkingsdebiet te verhogen. Daarmee kan een groter vermogen aan warmte worden onttrokken uit het oppervlaktewater. Op basis van de beschikbare gegevens in de huidige studie levert dat ongeveer 30% meer capaciteit op.

7.4 GEOTHERMIE

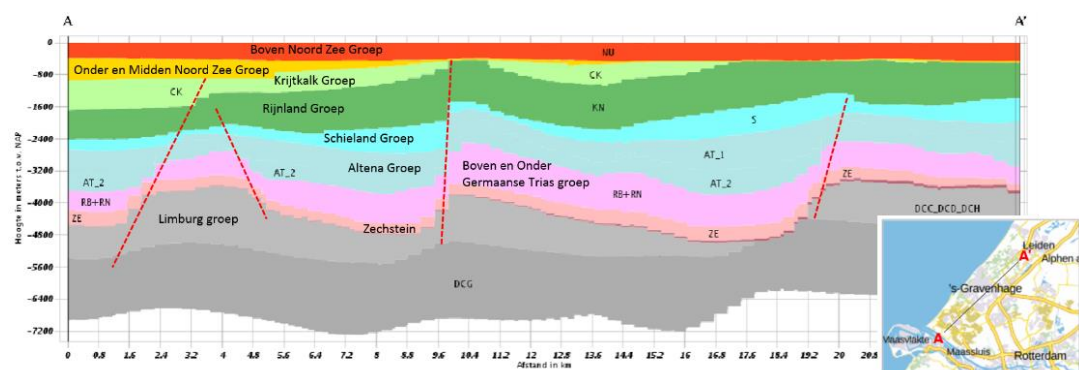
Door de inzet van geothermie kan met behulp van de ondergrond duurzame warmte geleverd worden. Voor de Brinkhorst is een inschatting gemaakt van het potentieel op quickscan niveau.

Geothermie kent een breed spectrum van technieken en toepassingen:

- ondiepe geothermie (OGT), onttrekken van warmte vanaf 250 meter tot een maximum diepte van 1.500 meter, warmte tussen de 20 - 40 °C. Een warmtepomp kan worden ingezet om de temperatuur te verhogen tot bijvoorbeeld 40 tot 60 °C, afhankelijk van het gewenste temperatuurniveau. Het water wordt in de ondergrond geretourneerd met een temperatuur van 10 a 15°C. Op de projectlocatie zijn voor het toepassen van OGT geen geschikte formaties aanwezig.
- geothermie (GT), onttrekken van warmte tussen 60 - 100 °C, diepte ligging van geschikte formaties in Zuid-Holland tussen 1.000 - 4.000 meter. Het water wordt in de ondergrond geretourneerd met een temperatuur van circa 15 tot 35°C;

Lokale geologie

Den Haag bevindt zich in het West-Nederland Bekken. In de ondergrond zijn meerdere breuksystemen aanwezig die gevormd zijn tijdens de vorming van het West-Nederland Bekken. Het onderstaande profiel geeft een overzicht van de geologische lagen en structuren aanwezig in het onderzoeksgebied (Figuur 7.6). In het profiel is zichtbaar hoe de dikte van de pakketten varieert en hoe de pakketten worden doorsneden door breukstructuren.



Figuur 7.6 | Geologische dwarsdoorsnede

Geschikte reservoirs

De ondergrond van Den Haag bevat meerdere geschikte lagen waaruit mogelijk geothermie kan worden gewonnen. Deze geschikte lagen worden reservoirs genoemd. Deze reservoirs zijn geïdentificeerd tijdens een eerdere geologische inventarisatie waarbij bestaande olie-, gas en

aardwarmteboringen dienen als bron van informatie. De volgende (potentiele) reservoirs zijn aanwezig van ondiep naar diep (zie ook Figuur 7.6):

- Rijnland groep reservoirs: De Lier en Rijswijk members;
- Delft Zandsteen member, onderdeel van de Schieland groep
- Trias zanden

In Den Haag bevinden de Trias formaties zich op een diepte variërend tussen 3000 en 4000 meter (ThermoGIS). Wegens deze grote diepte bieden de Trias zandstenen wellicht kansen voor het onttrekken van hogere temperaturen. Op dit moment is er in de omgeving van Den Haag slechts één geothermie put (nabij Naaldwijk), die de Trias zanden heeft bereikt. De Trias zanden op 4 kilometer diepte op deze locatie blijken niet geschikt voor rendabele warmtewinning (www.triaswestland.nl). Vanwege de beperkte hoeveelheid informatie die beschikbaar is over de Trias zanden zal dit reservoir niet worden meegenomen in de verdere analyse.

Reservoir eigenschappen en thermisch vermogen

Op basis van ThermoGIS zijn de diepte van de top, de temperatuur aan de top en de dikte voor een drietal reservoirs ingeschat. De drie reservoir zijn: de Lier member, de Rijswijk member en de Delft Zandsteen member. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 7.2. De temperatuur aan de top van het reservoir is berekend door gebruik te maken van de volgende geothermische gradient (Bonté, D., Van Wees, J.D., and Verweij, J.M. 2012³):

$$T[^\circ\text{C}] = 0,031 [^\circ\text{C}/\text{m}] \times \text{diepte} [\text{m-mv}] + 10,1 [^\circ\text{C}]$$

Tabel 7.2 | Reservoir eigenschappen op projectlocatie (Thermo-GIS)

Reservoir	Diepte top [m]	Bruto dikte [m]	Temperatuur [°C]	Porositeit [%]
De Lier member	1.430	67	54	15
Rijswijk member	1.944	30	70	7
Delft Zandsteen member	2.120	70	75	14

De hoogste temperaturen kunnen worden gewonnen vanuit het diepste reservoir, de Delft Zandsteen member. De meerderheid van de geothermie systemen reeds gerealiseerd in de omgeving van Den Haag maken gebruik van de Delft Zandsteen als reservoir. Op basis van deze informatie, en de inschatting van de bruto dikte en porositeit, kan worden gesteld dat de ondergrond van de Binckhorst geschikt is voor geothermie vanuit de Delft Zandsteen. Op dit moment wordt er een groot geologisch onderzoek uitgevoerd door IF Technology naar de potentie van de Delft Zandsteen in Den Haag. In de toekomst kan op basis van de uitkomsten van deze studie een goede inschatting worden gemaakt van het beschikbare geothermische vermogen van de Delft Zandsteen in Den Haag. De verwachting op dit moment is dat op de projectlocatie een vergelijkbaar debiet en vermogen kan worden gerealiseerd als in het bestaande Den Haag geothermie systeem (HAG-GT-01/02). Dit systeem heeft een debiet van circa 150 m³/h.

De Rijswijk en De Lier member kunnen gebruikt worden voor de winning van water met een lagere temperatuur (circa 50-70°C). Met name de De Lier member lijkt geschikt te zijn op basis van de reservoir parameters (Tabel 7.2), vanwege een grotere bruto dikte en een betere porositeit. Het maximaal geothermisch vermogen van de totale Rijnland Groep (waar de Rijswijk en De Lier

³ Bonté, D., Van Wees, J.D., and Verweij, J.M. 2012. "Subsurface Temperature of the Onshore Netherlands: New Temperature Dataset and Modelling." Netherlands Journal of Geosciences – Geologie En Mijnbouw 91 - 4: 491-515.

member onderdeel van zijn) wordt ingeschat op 5 à 6 MW per doublet bij een debiet van 250 m³/h en een retourtemperatuur van 35 °C (IF Technology 2016⁴).

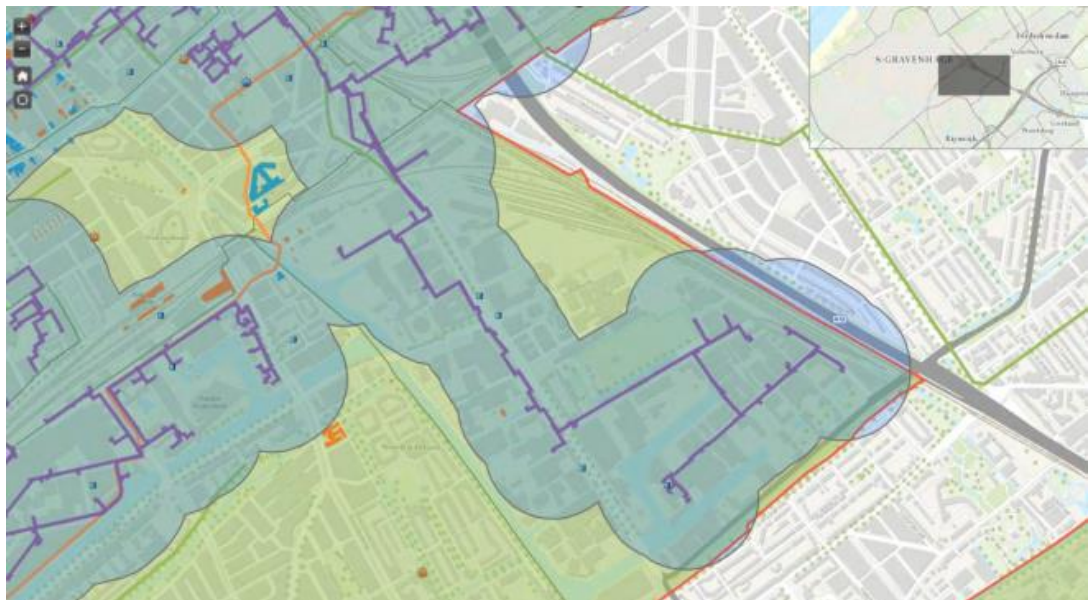
De ingeschatte potentie voor een geothermie doublet in de Delftzandsteen is 40.000 MWh_t, op basis van 4.000 vollast uren. Voor een geothermie doublet in de reservoirs in de Rijnland groep is de potentie op basis van 4.000 vollast uren 24.000 MWh_t. Op de Binckhorst is ruimte voor het realiseren van één doublet in zowel de Delftzandsteen als in de Rijnland groep. Het totale potentieel voor geothermie is **64.000 MWh_t**.

7.5 HUIDIGE WARMTENET DEN HAAG.

Diverse gebouwen in de Binckhorst zijn aangesloten op het warmtenet van den Haag Figuur 7.7. Hierbij zijn er diverse plannen voor verduurzaming van de warmte door het invoeden van rest-warmte en geothermie. Het warmtenet kan hiermee als een hoge temperatuur backbone worden ingezet of als piek of noodvoorziening. Echter zal deze toepassing voor heel den Haag worden voorzien waarmee de vraag ontstaat waarmee deze piek geleverd kan gaan worden en of deze dan ook duurzaam zal zijn.

Indien geothermie voor de Binckhorst wordt ontwikkeld is het ook denkbaar om de tak van de Binckhorst te verduurzamen (de temperaturen te verlagen). Ook is de cascadering van warmte een interessante optie, hoge temperatuur bestemd voor de bestaande bouw in en rond de Binckhorst, lagere temperaturen voor de nieuwbouw binnen de Binckhorst.

Figuur 7.7 | Ligging huidige warmtenet



⁴ IF Technology. 2016a. "Quick Scan Geothermie Gemeente Den Haag."

7.6 VERDELING ENERGIEVRAAG EN COLLECTIVITEIT

Uit het bouwprogramma van de Binckhorst is te herleiden dat de bouwopgave niet evenredig is verdeeld over het plangebied. In de opgave is ca. 10% (100.000 m²) commercieel opgenomen. Dit is met name geconcentreerd in de kavels 1 t/m 5 en 11 t/m 14. Verder is de woondichtheid over de Binckhorst ook zeer variabel.

Het risico bestaat hierbij dat de minder energie-intensieve kavels (grondgebonden woningen) worden voorzien van maatwerk oplossingen die in de totale energiebehoefte suboptimaal zijn. Daarnaast is er in absolute zin geen energiebalans van warmte en koude vraag voor het plangebied. Maar op een individueel kavel niveau kan deze energiebalans er mogelijk wel zijn of juist absoluut (alleen warmte of koude vraag). Het kan hierbij energetisch en economisch interessant zijn om energie-uitwisseling tussen kavels te overwegen doormiddel van (semi) collectieve voorzieningen zoals een WKO-Backbone of een collectieve regeneratie voorziening met TEO. Ook kan eventuele lokale overcapaciteit van het bodempotentieel met behulp van een backbone worden ingezet voor kavels die capaciteit te kort hebben.

Afhankelijk van de energiebalans van een specifieke kavel of gebouw kan deze volledig gedekt worden met een of meerdere WKO-doubletten of bodemwarmtewisselaars. Ideaal is een gebalanceerde warmte en koude vraag waarmee aanvullende voorzieningen niet nodig zijn, echter de praktijk leert dat dit zelden het geval is. Door meerder bodemenergiesystemen met elkaar te verbinden door een (open) netwerk kan energie tussen de verschillende systemen worden uitgewisseld en overcapaciteiten worden benut. Voor regeneratie systemen geldt in het algemeen dat één grotere goedkoper is dan meerdere kleinen. Met een collectief TEO-systeem kan zeer efficiënt extra warmte worden geladen in de bronnen, mits deze met elkaar in verbinding staan.

Op individuele basis hebben alle systemen een overcapaciteit, in een collectieve situatie wordt die overcapaciteit gedeeld over alle aansluitingen en daarmee kan het totaal opgesteld vermogen aanzienlijk worden verkleind. Ook heeft het verbinden voordelen in de redundantie en volloop. De maximale capaciteit van een WKO-doublet op een ontwikkelde kavel kan ook worden ingezet voor andere kavel nog in ontwikkeling ergens anders in het gebied. Pas als de totale energievraag van deze kavels de maximale capaciteit nadert kan een aanvullend WKO-doublet worden bijgemaakt. Hiermee worden kosten en daarmee risico's in de volloop beperkt.

Kenmerken collectieve WKO

Om energie tussen de verschillende kavels van de Binckhorst en een collectieve regeneratie met TEO uit te wisselen kan een distributienet worden aangelegd waarop de bronnen en de gebouwen worden aangesloten. Voor kavels die op korte termijn worden ontwikkeld kan een bronnet configuratie worden gekozen die het mogelijk maakt om deze later uit te breiden of te koppelen aan toekomstige kavels. Een dergelijk ontwerp kan doorgaans met minimale extra kosten worden gemaakt.

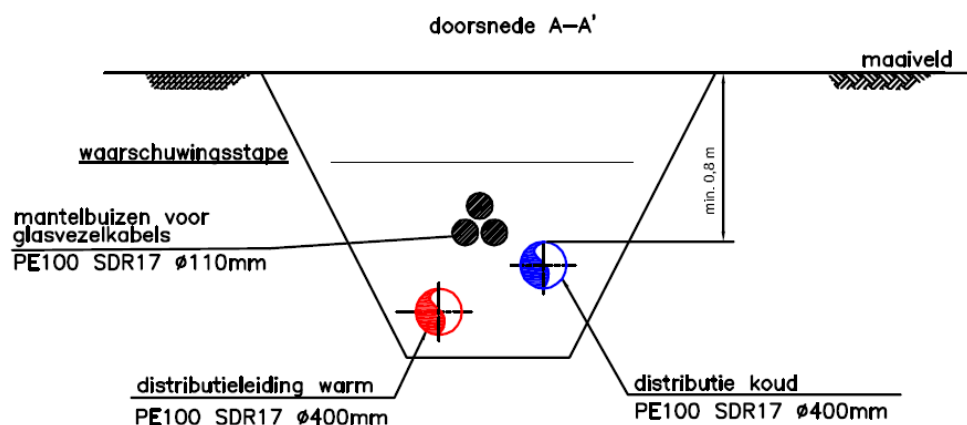
Het distributienet bestaat uit twee leidingen, één warme leiding en één koude leiding. Vanwege de relatief lage temperaturen hoeven deze leidingen niet geïsoleerd te worden. Bij een aftakking van een gebouw worden twee aansluitleiding op het distributienet aangesloten die in het gebouw worden aangesloten op een afgifteset zie Figuur 7.8

Figuur 7.8 | voorbeeld twee-pijps distributienet met aftakking



De leiding diameter dienen nog te worden bepaald, de verwachting is dat deze in de range van Ø250 tot Ø 400 zullen liggen. De leidingen dienen minimaal op een diepte van minimaal 0,8 m onder maaiveld te liggen met een onderlinge afstand van minimaal 0,5 tussen de buizen. Het is te overwegen om de leidingen op verschillende diepte te leggen om aftakken eenvoudiger te maken. Het onder elkaar plaatsen van leidingen is niet gewenst. In Figuur 7.9 is ter indicatie de dwarsdoorsnede van een collectieve WKO-backbone weergegeven.

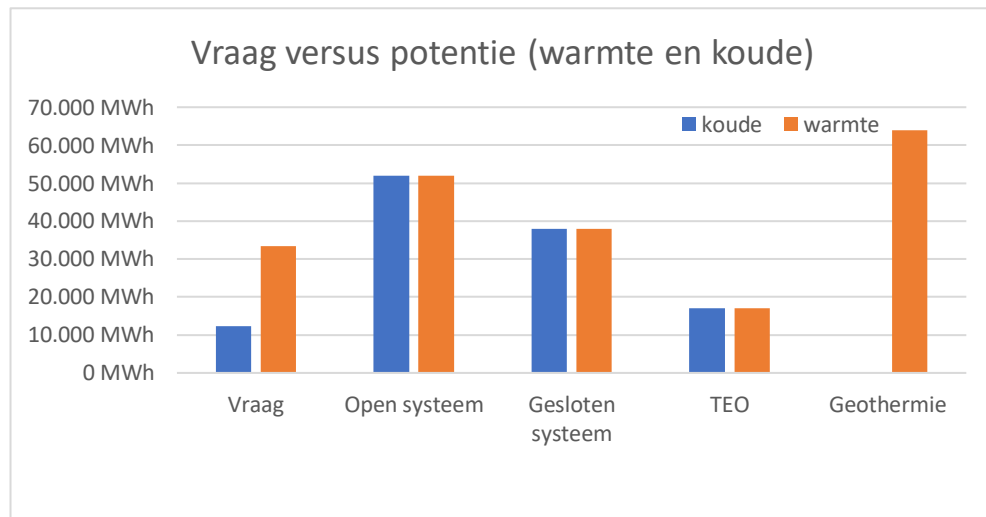
Figuur 7.9 | indicatieve dwarsdoorsnede collectieve WKO-backbone (diameters zijn indicatief)



8 Conclusies en aanbevelingen

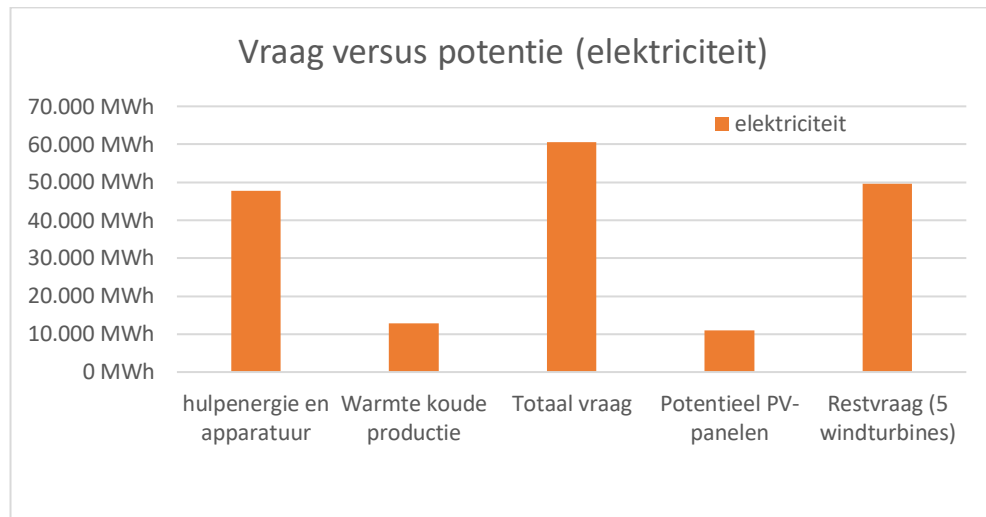
8.1 SAMENVATTING RESULTATEN

De resultaten van de berekeningen in Hoofdstuk 6 en in Hoofdstuk 7 zijn samengevat in Figuur 8.1 en in Figuur 8.2 is de benodigde elektriciteitsbehoefte voor hulpenergie en apparatuur en het resterende elektriciteitsverbruik uit warmte en koude productie met bodemenergie (gesloten en/of open bodemenergie) in beeld gebracht. Ook is op basis van kengetallen het potentieel PV-panelen ingeschat om te duiden welke restvraag elektriciteit overblijft in windturbine equivalenten. Hierbij zijn de warmte- en koudevraag uitgezet tegen het potentieel van duurzame warmte en koude bronnen.



Figuur 8.1 | Samenvattend overzicht van warmte- en koudevraag en potentie duurzame bronnen

In Figuur 8.2 is de benodigde elektriciteitsbehoefte voor hulpenergie en apparatuur en het resterende elektriciteitsverbruik uit warmte en koude productie met bodemenergie (gesloten en/of open bodemenergie) in beeld gebracht. Ook is op basis van kengetallen het potentieel PV-panelen ingeschat om te duiden welke restvraag elektriciteit overblijft in windturbine equivalenten.



Figuur 8.2 | Samenvattend overzicht van elektriciteit vraag en potentie duurzame opwekking

8.2 CONCLUSIE

In deze studie is het theoretisch potentieel van bodemenergie en oppervlaktewater voor de Binckhorst in relatie tot de toekomstige bouwopgave in beeld gebracht. Hierbij zijn voor gesloten- (bodemwarmtewisselaars) en openbodemenegiesystemen (warmte en koudeopslag) ordeningsregels opgesteld voor een concrete en realistische invulling binnen de kenmerken en beperkingen van het plangebied. Ook is het energie potentieel uit oppervlaktewater inzichtelijk gemaakt dat in en aangrenzend aan het plangebied beschikbaar is en kan worden ingezet voor regeneratie van bodemenergie. Om het hele spectrum aan energiebronnen in beeld te hebben zijn op hoofdlijnen ook het potentieel van geothermie en PV-panelen beschouwd, het gaat hierbij om een inschatting op quickscan niveau.

De volgende conclusies worden hierbij getrokken:

- De totale potentie in warmte- en koude levering van de bodem is groter dan de totale warmte- en koudevraag van de huidige ambitie van 9.400 woningen en 350.000 m² commerciële voorzieningen.
- De vraag binnen de Binckhorst is niet evenredig over het plangebied verdeelt, energie intensive kavels kunnen capaciteit te kort hebben. Hierbij kan met collectieve voorzieningen energie worden uitgewisseld met kavels die een capaciteit overschot hebben.
- De totale onbalans tussen warmte en koudevraag is 21.046 MWh_t.
- Met inzet van TEO kan de onbalans worden gereduceerd tot <4.046 MWh (inclusief 30% potentieel van het UNIPER gemaal).
- Potentieel geothermie wordt ingeschat op 64.000 MWh_t, hoge temperatuur en geen koeling.

Voor de ordeningsregels voor gesloten- en openbodemenegiesystemen is in de huidige opzet gekozen voor een dieptescheiding tussen deze twee typen systemen:

- De gesloten bodemenegiesystemen worden tot een diepte van 125 m-mv toegepast (tot aan het derde watervoerende pakket).
- De open bodemenegiesystemen vanaf 125 tot 255 m-mv (in het derde watervoerende pakket). Dit is in lijn met het provinciale beleid en de lokale kenmerken van de ondergrond.

Met deze ordeningsregels is ingezet op maximale flexibiliteit voor kavel specifieke invulling en maximale benutting van het potentieel.

Binnen het plangebied is een grote onbalans in warmte en koudevraag te verwachten, het uitgangspunt is een uiteindelijke energiebalans voor het duurzaam gebruik van de ondergrond. Collectiviteit in de warmte en koude voorziening en regeneratie van bieden energetisch en economische voordelen maar vragen om afstemming en regie. In het vervolg kan het ontwerp voor een integrale en/of individuele energievoorziening en kavel specifieke varianten nader worden uitgewerkt.

8.3 VERVOLG

Voor het vervolg zijn de volgende stappen van belang:

- Consensus Stadmakers en gemeente uitgangspunten duurzame energiebronnen
- Definitief maken onderzoek potentie duurzame bronnen
- Afstemming met Hoogheemraadschap verdiepend onderzoek Binckhorst-circuit
- Afstemming ordeningsregels met omgevingsdienst aan provinciaal beleid
- Vaststellen bodemenergieplan en juridische verankering
- Uitwerking voorontwerp integrale energievoorziening Binckhorst en kavel specifieke varianten

Bijlage 1

Energieberekeningen

Energieberekeningen

Kentallen warmte- en koudevraag (Conform BENG op basis van Uniforme Maatlat 4.1)

Wonen (appartementen)

Warmtevraag ruimteverwarming	17,0 kWh/m ²	Max. 25 - 8 kWh/m ²
Warmtevraag tapwater	19,3 kWh/m ²	zonder douche wtw
Koudevraag	8,0 kWh/m ²	
Elektra excl. W/K-opwekking	25,0 kWh/m ²	Niet parasitaire verlichting + hulpenergie + apparatuur

Utiliteit (kantoor < 5.000 m² bvo)

Warmtevraag ruimteverwarming	24,8 kWh/m ²	Max. 50 - niet parasitaire verlichting x verhouding ruimteverwarming/koeling
Warmtevraag tapwater (excl. douche wtw)	0 kWh/m ²	Eventueel tapwater niet met WP
Koudevraag	11,3 kWh/m ²	Max. 50 - niet parasitaire verlichting - ruimteverwarming
Elektra excl. W/K-opwekking	57,9 kWh/m ²	Niet parasitaire verlichting + hulpenergie + apparatuur

Gebouwszijdige warmte- en koudevraagvraag

	Wonen	Werken	Totaal
Warmtevraag ruimteverwarming	16.767	9.896	26.664 MWh
Warmtevraag tapwater	19.036	-	19.036 MWh
Warmtevraag totaal	35.803	9.896	45.699 MWh
Koudevraag	7.890	4.492	12.383 MWh

Warmte- en koudevraag duurzame bron

SPF ruimteverwarming	4,5 kWh/kWhe
SPF tapwater	3,0 kWh/kWhe

	Wonen	Werken	Totaal
Onttrokken warmte ruimteverwarming	13.041	7.697	20.738 MWh
Onttrokken warmte tapwater	12.691	-	12.691 MWh
Onttrokken warmte totaal	25.732	7.697	33.429 MWh
Onttrokken koude	7.890	4.492	12.383 MWh
Netto koude-overschot	17.841	3.205	21.046 MWh

Elektra (op basis van Uniforme Maatlat 4.1)

SPF opwekkingsinstallatie	4,5 kWh/kWhe		
	Wonen	Werken	Totaal
Elektra excl. W/K-opwekking	24.658	23.077	47.735 MWh
Elektra t.b.v. W/K-opwekking	9.710	3.197	12.907 MWh
Totaal	34.367	26.275	60.642 MWh

PV-panelen

Vermogen PV-paneel	250 Wp/paneel		
Aantal vollasturen	880 uur		
Opbrengst PV-paneel	220 kWh/paneel/jaar		
Opp. PV-paneel	1,6 m ²		
Opbrengst per m ²	137,5 kWh/m ²		
Percentage dakoppervlak geschikt voor PV	8% van planoppervlak	Aanname IF	
Beschikbaar dakoppervlak voor PV-panelen	80.000 m ²	Op basis van een planoppervlak van 100 ha	
Opbrengst PV-panelen totaal	11.000 MWh		
dekkingsgraad PV	18,1%		

Windmolens

Vermogen windmolen	5 MWe		
Draaiuren windmolen	2.000 uur		
Opbrengst windmolen	10.000 MWh		
Resterende hoeveelheid grijze elektra	49.642 MWh		
Aantal windmolens voor volledig e-neutraal	5,0 windmolens		

Bijlage 2

Ordeningsregels

-Concept-

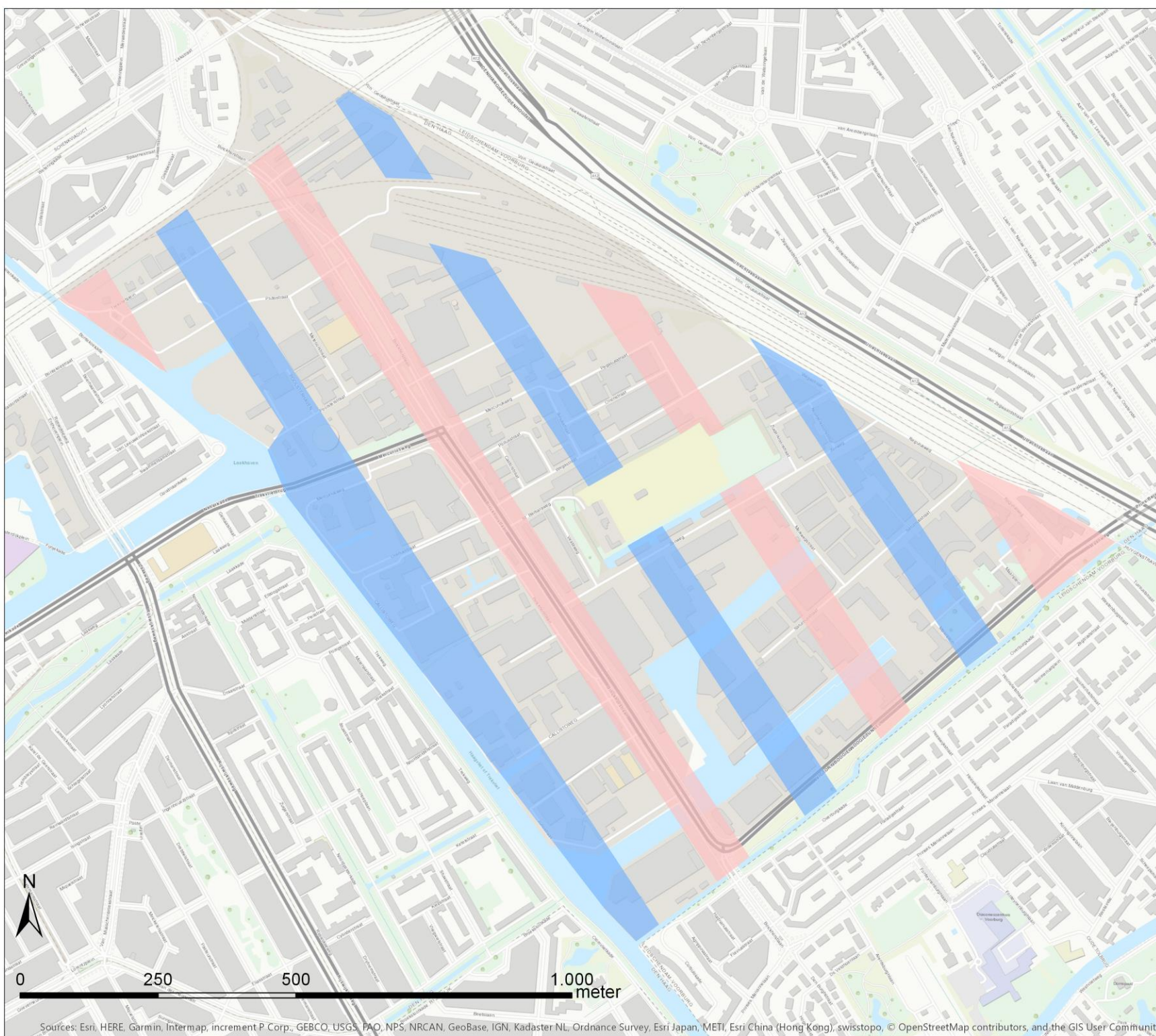
Wanneer het bodemenergieplan in de toekomst concreet is verankerd in het gemeentelijk en provinciaal beleid, dienen de gebruikers zich bij het inrichten van hun bodemenergiesysteem aan een aantal ordeningsregels te conformeren. Deze ordeningsregels moeten worden opgesteld door de gemeente en provincie. Het wordt aanbevolen de volgende aspecten op te nemen in de ordeningsregels:

- 1 Het bodemenergieplan is van toepassing voor open bodemenergiesystemen in het derde watervoerend pakket, het zogenaamde opslagpakket.
- 2 Open systemen uitgevoerd als recirculatiesystemen of monobronsystemen zijn niet toegestaan in het plangebied.
- 3 De warme en koude bronnen van een open bodemenergiesysteem moeten worden gepositioneerd binnen de daarvoor bestemde zones, op de kaart aangegeven als rode en blauwe stroken.
- 4 De afstand tussen de warme en koude bronnen van een open bodemenergiesysteem moet zodanig zijn dat hier minimaal 2,5 maal de thermische straal tussen zit. Bij het bepalen van de thermische straal moet rekening gehouden worden met de bestaande en toekomstige ontwikkelingen binnen dezelfde strook.
- 5 In de bronnen van open bodemenergiesystemen moeten de initiatiefnemers rekening houden met een extra verlaging van 2 meter in de bronnen van hun systeem ten gevolge van andere systemen.
- 6 Reeds vergunde open bodemenergiesystemen vallen buiten de werkingssfeer van dit bodemenergieplan.
- 7 Bij open bodemenergiesystemen bedraagt de gemiddelde waterverplaatsing per bron per seizoen 150.000 m³.
- 8 Gesloten systemen (verticale bodemlussen) kunnen gebruik maken van de bodem tot een diepte van 125 meter beneden maaiveld. Hiermee wordt thermische interferentie met open bodemenergiesystemen voorkomen.
- 9 Afwijkingen van de ordeningsregels in dit bodemenergieplan zijn toegestaan mits kan worden aangetoond dat dit geen nadelige gevolgen heeft voor andere (toekomstige) belangen. Dit moet worden besproken met het bevoegd gezag en de grondeigenaren alvorens de vergunning wordt aangevraagd.

Bijlage 3

Strokenpatroon Binckhorst

Het strokenpatroon uit deze studie vormt een leidraad om de maximale potentie van de bodem te benutten.



Legenda

zoekgebieden

■ koude bronnen

■ warme bronnen

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- De capaciteit van de bronnen bedraagt 100 m³/h per bron.
- 1.500 vollasturen per seizoen (150.000 m³/seizoen/doublet).
- Een filterlengte van 40 m.
- Een gemiddeld temperatuurverschil tussen de bronnen voor warmte- en koude levering van 5°C.
- De bronnen worden in een strokenpatroon, gelijkmatig over Binckhorst (met een oppervlak van circa 100 hectare) in de bodem aangebracht.
- Een onderlinge afstand tussen bronnen van dezelfde soort (warm dan wel koud) van 25 tot 50 m.
- Een onderlinge afstand tussen de bronnen van 150 tot 200 m om negatieve thermische interferentie tussen de koude en warme bronnen te voorkomen.

De ordelingsregels en het strokenpatroon vormen een leidraad om de maximale potentie van de bodem te benutten. Deze randvoorwaarden zijn niet bindend zolang deze niet juridisch zijn verankerd in een bodenenergieplan.

Binckhorst in Den Haag

indicatief strokenpatroon open bodemenergie

Referentie: 68246/BaS

Auteur: H. de Jonge

Datum: 17-9-2018

Status: definitief

Controle: B. Scholten



IF Technology **Creating energy**



Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

NL60 RABO 0383 9420 47
KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**

IF Technology **Creating energy**



Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

NL60 RABO 0383 9420 47
KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**