



**BODEMENERGIE EN RANDVOORWAARDEN
ONTWIKKELZONE ZUID-WEST
HAARLEM**

Opdrachtgever: **Gemeente Haarlem**
Projectnummer: 2021-HAARLEM-ZUID-WEST
Kenmerk: 2021.Bodemenergie.ZuidWest

Opgesteld door: M.H. van Someren

.....

Datum: 2 september 2021

1	INLEIDING	3
1.1	Aanleiding en doel.....	3
1.2	Aansluiting bij visie en ambities	3
1.3	Kenmerken van de ontwikkelzone Zuid-West.....	3
2	INVENTARISATIE WARMTEVRAAG EN ONDERGRONDSE RUIMTE	5
2.1	Opzet inventarisatie warmtevraag en beschikbare ruimte.....	5
2.2	Warmtevraag per gebouw.....	5
2.3	Conclusie inventarisatie warmtevraag en beschikbare ondergrondse ruimte	6
3	BODEMENERGIESYSTEMEN EN RUIMTELIJKE REGIE	8
3.1	Open en gesloten bodemenergiesystemen	8
3.2	Wettelijk kader van bodemenergie.....	8
3.3	Instrumenten voor optimale benutting van het ondergrond-potentieel	8
3.4	Interferentiegebied en gebruiksregels.....	9
3.5	Praktische toepassing open en gesloten bodemenergiesystemen.....	9
3.6	Bodemopbouw en geohydrologie.....	11
3.7	Aanwezige bodemenergiesystemen in de ontwikkelzone	11
4	REGELS BODEMENERGIESYSTEMEN	13
4.1	Regels voor gesloten bodemenergiesystemen (GBES)	13
4.2	Regels voor open bodemenergiesystemen (OBES)	13
5	ONDERBOUWING REGELS BODEMENERGIESYSTEMEN	14
5.1	Geohydrologie en de gebouwszijdige warmtevraag invullen met OBES.....	14
5.2	Toepassen GBES in combinatie met mono-bronnen	14
5.3	Het interferentiegebied.....	15
6	ANDERE AANDACHTSPUNTEN BIJ RUIMTELIJKE INPASSING BODEMENERGIE ...	16
6.1	Milieu effecten	16
6.2	Andere ruimtelijke aspecten.....	16
7	SAMENVATTING.....	17

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding en doel

Haarlem heeft ambities ten aanzien van warmtevoorziening bij nieuwe ontwikkelingen: aardgasvrij, duurzaam en het beperken van energiegebruik. Daarnaast de ambitie om energie zoveel als mogelijk lokaal en duurzaam op te wekken, op te slaan en te gebruiken.

Daarnaast is het vanuit nationaal kader voor nieuwbouwprojecten verplicht om een deel van de energievraag in te vullen met hernieuwbare energie. Een bron van hernieuwbare energie voor ruimteverwarming en -koeling en warm tapwater is bodemenergie. Door het toepassen van een bodemenergiesysteem kan jaarlijks tot 70 % aan primaire energie worden bespaard.

Bodemenergie sluit perfect aan bij de bovengenoemde gemeentelijke ambities. Bodemenergie wordt lokaal uit de ondergrond gewonnen en lokaal toegepast voor verwarming of koelen van gebouwen en verwarming van tapwater. Daarnaast kan een overschot aan warmte of koude uit de bebouwing tijdelijk lokaal in de ondergrond worden opgeslagen. Door het opstellen van randvoorwaarden aan de toepassing van bodemenergiesystemen legt Haarlem de basis voor optimaal gebruik van de ondergrond voor bodemenergie in deze ontwikkelzone.

Omdat de ruimte in de bodem voor het toepassen van energiesystemen begrensd is, is het belangrijk om op gebiedsniveau een aanpak vast te stellen waarmee de beschikbare ondergrondse ruimte effectief en efficiënt kan worden ingezet.

1.2 Aansluiting bij visie en ambities

In de gemeente Haarlem is een tekort aan woningen en de gemeente heeft de ambitie om 10.000 woningen bij te bouwen in de periode tot en met 2025. Woningen bijbouwen is ook een kans om de leefomgeving te verbeteren en toekomstbestendig te maken. Daarbij kan geanticipeerd worden op een veranderend klimaat en de manier om in de energiebehoefte te voorzien. Deze aspecten zijn benoemd in de *ontwikkelvisie Zuid-West (12-09-2019)*.

In de *ontwikkelvisie* is beschreven dat de ambities van de gemeente Haarlem zich voor dit gebied zich onder meer richten op "leefbaarheid, ruimtelijke kwaliteit en energietransitie". Gesignaleerd wordt dat er in de zone mogelijkheden liggen voor experimenten met energietransitie. De visie van Haarlem op de toekomst van deze zone is onder andere een duurzame gebiedsontwikkeling met nieuwe vormen van energievoorziening en waarin de gevolgen van klimaatverandering kunnen worden opgevangen. Ten aanzien van de energie- en warmtetransitie is in de visie vastgesteld dat duurzame en circulaire technieken voor energievoorziening moeten worden toegepast.

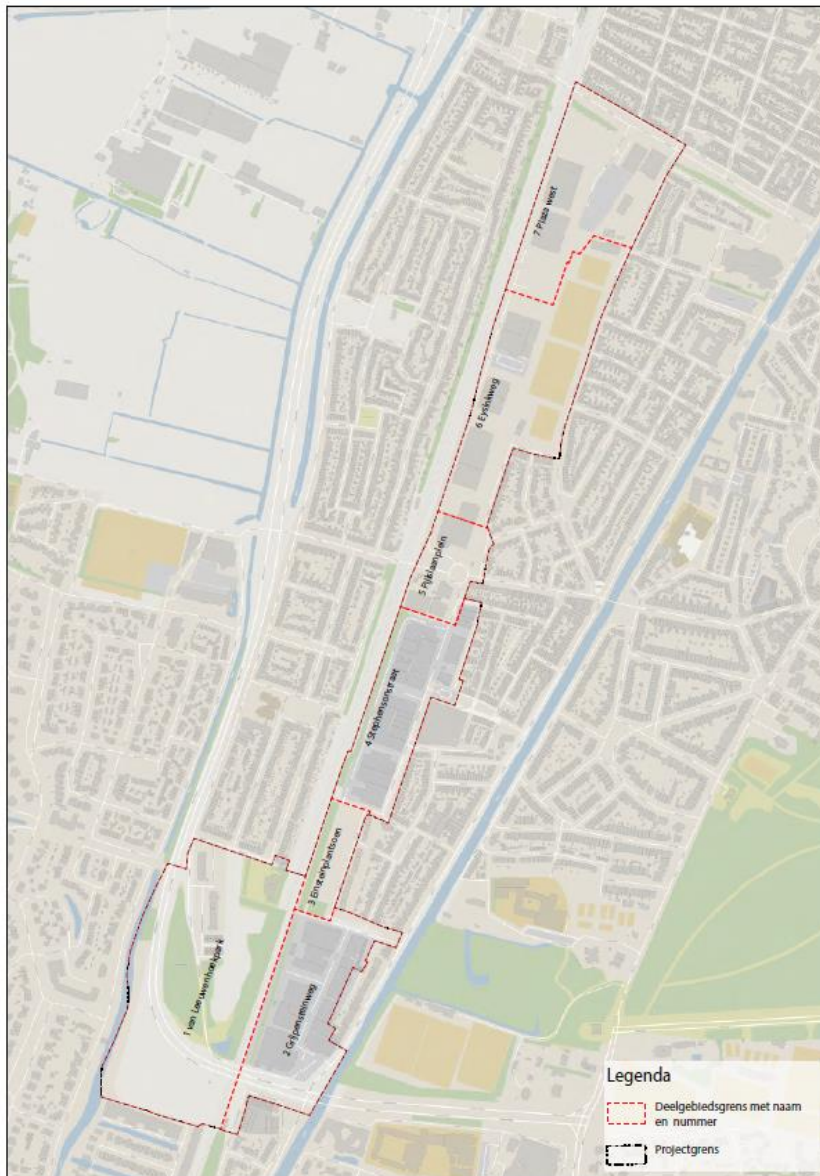
Ook wordt in de *ontwikkelvisie* aangegeven dat optimaal gebruik gemaakt dient te worden van de capaciteit van de ondergrond. Het onderhavige rapport gaat in op de vraag hoe bodemenergie binnen de beschikbare ondergrondse ruimte van deze ontwikkelzone optimaal toegepast kan worden. Dit sluit aan bij het streven om de energietransitie mee te ontwerpen in de bebouwing. Daarmee wordt voorkomen dat systemen in de openbare ruimte geplaatst moeten worden wat de kwaliteit van de openbare ruimte negatief kan beïnvloeden.

1.3 Kenmerken van de ontwikkelzone Zuid-West

Het grootste deel van de zone heeft zich in het verleden anders ontwikkeld dan de omliggende buurten. Er is hier maar weinig woningbouw en het industriële en nijverheid voerden de boventoon. Nu Haarlem dit gebied wil ontwikkelen biedt dat een unieke kans en in Haarlem zijn er maar weinig plekken van deze omvang waar integraal ontwikkeld kan worden. De ontwikkeling van deze zone in

het Houtvaartkwartier geeft kansen het gebied te verbeteren en toekomstbestendig te maken. In het ruimtelijk ontwikkelmodel zijn 2.000 woningen opgenomen. Het plangebied is ingedeeld in 7 deelgebieden:

1. Van Leeuwenhoekpark
2. Grijpensteinweg
3. Einsteinplantsoen
4. Stephensonstraat
5. Pijlslaanplein (omgeving kerk)
6. Eysinkweg
7. Plaza west



Afbeelding 1. Plangebied en ontwikkelgebieden in de zone Zuid-West

2 INVENTARISATIE WARMTEVRAAG EN ONDERGRONDSE RUIMTE

Voor de ontwikkelzone Zuid-West is een inventarisatie uitgevoerd van de toekomstige warmtevraag. In deze rapportage wordt onder “warmtevraag” het totaal van koude en warmte verstaan. Het plangebied is in de visie ingedeeld in 7 deelgebieden. Bij de inventarisatie is per ontwikkeling op basis van kentallen de toekomstige warmtevraag bepaald is. Vervolgens is bepaald of per bouwveld de ondergrondse ruimte voldoende groot is om via een bodemenergiesysteem de ontwikkeling van warmte te kunnen voorzien. Het uitgangspunt hierbij is lokale opwekking van hernieuwbare energie. Met lokaal wordt bedoeld dat alleen gebruik gemaakt wordt van de energiepotentie in de ondergrondse ruimte van het bouwveld waar de ontwikkeling wordt gerealiseerd. Op basis van de inventarisatie wordt duidelijk of open bodemenergiesystemen aan de volledige toekomstige energievraag voor warmte en koude in de ontwikkelzone voldaan kan worden en of ruimtelijke regie daarbij noodzakelijk is.

2.1 Opzet inventarisatie warmtevraag en beschikbare ruimte

In de ontwikkelvisie Zuid-West zijn “spelregels” opgenomen ten aanzien van het percentage onbebouwd gebied binnen een bouwveld. Doelstelling van deze spelregel is dat er genoeg plek moet zijn voor openbare ruimte en groen. Het percentage verschilt sterk per bouwveld. Bodemenergiesystemen kunnen per bouwwerk worden gedimensioneerd en worden bij voorkeur direct naast een gebouw in de ondergrond geplaatst. Dit impliceert dat bodemenergiesystemen geplaatst worden in de ruimte die per bouwveld onbebouwd moet blijven. Daarnaast is er de doelstelling om zo min mogelijk ondergronds leidingwerk aan te brengen en het onbebouwde gebied zo min mogelijk te belasten. Hiermee wordt voorkomen dat de ruimtelijke kwaliteit van het onbebouwde gebied nadelig wordt beïnvloed.

De warmtevraag van een gebouw wordt berekend op basis van het bruto vloeroppervlak van het bouwwerk. Afhankelijk van de functie van het gebouw kan dan de warmtevraag van het gebouw berekend worden op basis van de eisen die gesteld worden uit de wettelijke normen (BENG). Het aandeel hernieuwbare energie is minimaal gelijk aan de BENG-norm die aan de functie van het gebouw is toegekend. Afhankelijk van het ambitieniveau van de gemeente en de ruimtelijke mogelijkheden kan het aandeel hernieuwbare energie per functie worden vergroot.

De gebouwszijdige energievraag is omgerekend naar een bodemzijdige energievraag welke vervolgens is omgerekend naar een hoeveelheid te verpompen grondwater waaruit warmte wordt gehaald en waaraan warmte wordt toegevoegd. Hierbij is uitgegaan van de wettelijk vastgestelde “minimale energieproductiviteit per kubieke meter verpompt grondwater”. Tot slot is getoetst of dit volume grondwater binnen het deelgebied ook daadwerkelijk beschikbaar is.

2.2 Warmtevraag per gebouw

De gebouwszijdige warmtevraag is gebaseerd op het door de gemeente Haarlem opgegeven bruto vloeroppervlak en de toekomstige functie van het bouwwerk. Op basis van de functie van het gebouw is per gebouw de minimale hoeveelheid door bodemenergie te leveren warmte (en koude) bepaald. Voor deze inventarisatie zijn voor een aantal functies vaste uitgangspunten voor de jaarlijkse warmtevraag per m² vloeroppervlak gekozen. Voor nieuwbouw wonen en utiliteit is dat 50 Kwh/m²/jaar. Voor nieuwbouw school 75 Kwh/m²/jaar. Voor de bestaande woningbouw en kerk 100 Kwh/m²/jaar. Voor de bestaande zorgcentra 200 Kwh/m²/jaar. Uitgangspunt is dat de aannames binnen deze inventarisatie voldoende inzicht geven over de ondergrondse ruimte ten behoeve van de lokale warmtevraag.

Met behulp van de door de gemeente Haarlem aangeleverde kentallen van de ontwikkeling en bovengenoemde uitgangspunten is per ontwikkeling de jaarlijkse warmtevraag bepaald. Op basis van

de gebouwszijdige warmtevraag is het volume grondwater berekend dat jaarlijks nodig is om aan de warmtevraag te voldoen.

Tot slot is het verschil bepaald tussen beschikbaar volume grondwater onder het bouwveld (of het perceel) en de jaarlijkse noodzakelijke hoeveelheid grondwater. De inventarisatie van warmtevraag en de hoeveelheid grondwater die daar via een bodemenergiesysteem voor nodig is in onderstaand overzicht weergegeven.

	deelgebied	Warmtevraag Mwh/ontwikkeling	Warmtevraag uit grondwater m3	Grondwater m3 onder bouwveld	Verskil aanbod & vraag grondwater
1	Leeuwenhoek	222	37747	71736	33989
		734	124862	181461	56599
	<i>Haarlem hoog</i>	<i>1246</i>	<i>211888</i>	<i>94500</i>	<i>-117388</i>
	<i>Haarlem laag</i>	<i>363</i>	<i>61761</i>	<i>84000</i>	<i>22239</i>
	<i>zorgcentrum</i>	<i>956</i>	<i>162520</i>	<i>105000</i>	<i>-57520</i>
2	Grijpenstein	1589	270164	333732	63568
	bebouwing oostzijde	835	141967	124152	-17815
4	Stephensonstraat zuid	567	96378	183162	86784
	Stephensonstraat midden	708	120424	198345	77921
	Stephensonstraat noord	663	112676	173985	61309
	Stephensonstraat 38	495	84150	51282	-32868
	Stephensonstraat oost	113	19231	14385	-4846
5	omgeving kerk	445	75650	84000	8350
	Eysinkweg Jongeneel	403	68575	94122	25547
	<i>kerk</i>	<i>82</i>	<i>13940</i>	<i>21000</i>	<i>7060</i>
6	Eysinkweg zuid	744	126426	195216	68790
	Eysinkweg noord	1537	261293	358638	97345
6 a	sportveld (school + sport)	270	45900	75600	29700
7	<i>Plaza W fase 1</i>				
	Plaza W fase 2	1630	277160	96159	-181001
	Totaal:	13604	2312711	2540475	227764

Afbeelding 2.

Overzicht van warmtevraag bebouwing, noodzakelijke hoeveelheid grondwater om aan warmtevraag te voldoen en de beschikbare hoeveelheid grondwater per ontwikkeling.

2.3 Conclusie inventarisatie warmtevraag en beschikbare ondergrondse ruimte

Op basis van de geïnventariseerde ontwikkelingen wordt geconcludeerd dat de totale toekomstige warmtevraag in deze ontwikkelzone ongeveer 13600 Mwh/jaar is. De gemiddelde warmtevraag per

ontwikkeling binnen het plangebied is 715 Mwh/jaar. Op basis van de inventarisatie zijn binnen het gebied 3 ontwikkelingen waar de warmtevraag ca 1500 à 1600 Mwh/jaar is.

De totale hoeveelheid beschikbaar grondwater onder de bouwvelden is circa 10% groter dan het totale volume grondwater dat voor de warmtevraag jaarlijks beschikbaar moet zijn. Binnen de gestelde randvoorwaarden kan de warmtevraag dus door lokale opwekking met bodemenergiesystemen gerealiseerd worden. Bij een aantal ontwikkelingen is de berekende warmtevraag groter dan de ondergronds in potentie beschikbare hoeveelheid grondwater. Bij deze ontwikkelingen zal grondwater gedeeltelijk vanuit een naastgelegen deelgebied moeten worden aangetrokken om aan de lokale warmtevraag te voldoen.

Gezien de verhouding tussen vraag naar en beschikbaarheid van grondwater in de ondergrond wordt geconcludeerd dat het voeren van regie op een zo efficiënt mogelijk gebruik van de ondergrondse potentie voor bodemenergie wenselijk is.

Om regie te kunnen voeren zijn op de optimale benutting van het ondergrondse bodemenergiepotentieel zijn regels noodzakelijk. Deze regels dienen als eisen aan bodemenergiesystemen te worden gekoppeld voor dit ontwikkelgebied. Het ontwikkelgebied dient daartoe door de gemeente als interferentiegebied aangewezen te worden. Dit wordt in de volgende hoofdstukken nader toegelicht.

3 BODEMENERGIESYSTEMEN EN RUIMTELIJKE REGIE

3.1 Open en gesloten bodemenergiesystemen

Het concept “bodemenergie” maakt in Nederland gebruik gemaakt van de natuurlijke temperatuur van de ondergrond. Die temperatuur van de ondergrond (grond en grondwater) is op een diepte van 100 meter circa 12 graden Celsius. In de winterperiode is 12 graden relatief warm ten opzichte van de buitenluchttemperatuur, in de zomerperiode is 12 graden relatief koel. Bodemenergiesystemen maken hier gebruik van door in de winter “warmte” te onttrekken en in de zomer “koude”.

Om de warmte of koude vanuit de ondergrond in het bovenliggende gebouw te krijgen kunnen twee verschillende technieken worden gebruikt. Het ophalen van warmte door grondwater op te pompen en daaruit de warmte te winnen of het ophalen van warmte uit de ondergrond via geleiding met een “bodemwarmtewisselaar” (bodemlus). Het oppompen en infiltreren van grondwater om hieraan warmte te onttrekken of warmte aan toe te voegen wordt een open bodemenergiesysteem genoemd (OBES). Het via geleiding ophalen van warmte of koude uit de ondergrond met een bodemlus wordt een gesloten bodemenergiesysteem genoemd (GBES).

Open en gesloten bodemenergiesystemen verschillen van elkaar in toepassingsmogelijkheden, wettelijke kaders en ondergronds ruimtegebruik. De systemen hebben beide als kenmerk dat in de ondergrond voldoende ruimte beschikbaar moet zijn om warmte of koude op te halen.

Bij gebiedsontwikkelingen met een grote bebouwingsdichtheid is de beschikbaarheid van de ondergrondse ruimte voor de warmte- en koude-vraag beperkt door de omvang van het gebied. Het voeren van regie op de ondergrondse ordening kan dan noodzakelijk worden om de beschikbare ondergrondse ruimte optimaal te kunnen benutten voor de lokale warmtevraag. Door het opleggen van randvoorwaarden aan de toepassing van bodemenergiesystemen kan worden voorkomen dat ruimtelijk concurrerende systemen niet meer mogen worden aangelegd omdat ze elkaar in temperatuur negatief beïnvloeden. Hiermee kan worden voorkomen dat voor ontwikkelingen die binnen de gebiedsontwikkeling later in de tijd gerealiseerd worden geen ruimte beschikbaar is om bodemenergie toe te passen.

3.2 Wettelijk kader van bodemenergie

Binnen bodemenergiesystemen wordt in de wetgeving onderscheid gemaakt tussen open en gesloten bodemenergiesystemen. Open bodemenergiesystemen (hierna: OBES) kenmerken zich door het onttrekken en infiltreren van grondwater waarbij warmte aan het grondwater wordt onttrokken of toegevoegd. Omdat bij een OBES grondwater wordt rondgepompt is de wettelijke bevoegdheid sinds 2008 belegd onder de Waterwet. De gedeputeerde staten van de provincie zijn vanuit de Waterwet het bevoegde gezag voor de OBES.

Bij gesloten bodemenergiesystemen (hierna: GBES) wordt de uitwisseling van warmte met de ondergrond gerealiseerd door het aanbrengen van een met vloeistof gevulde bodemlus in de ondergrond (bodemwarmtewisselaar). De toepassing van GBES valt wettelijk onder het activiteiten besluit. De wettelijke bevoegdheid voor instemming met toepassing van GBES voor woning- en utiliteitsbouw is hierdoor in de praktijk de gemeente.

3.3 Instrumenten voor optimale benutting van het ondergrond-potentieel

Het voeren van ruimtelijke regie op de toepassing bodemenergiesystemen wordt in Nederland vooral toegepast in drukke ontwikkelgebieden (bijvoorbeeld in Amsterdam de IJ-oever en de Zuid-as). Als instrument voor regievoering op bodemenergiesystemen heeft de gemeente het interferentiegebied met daaraan gekoppelde beleidsregels. Aangezien Gedeputeerde staten bevoegd gezag zijn voor

vergunningverlening van open bodemenergiesystemen worden GS gevraagd zich te conformeren aan de beleidsregels die de gemeente opstelt voor het interferentiegebied.

Door nu interferentiegebieden aan te wijzen en beleidsegels vast te stellen wordt een voorschot gemaakt met de relatief eenvoudig juridisch verankering in het toekomstige omgevingsplan.

3.4 Interferentiegebied en gebruiksregels

Voor de ontwikkelzone Zuid-West is gekozen alleen de regels voor toepassing van bodemenergie te beschrijven. Andere ruimtelijke elementen in de ondergrond die impact hebben op de mogelijkheid een bodemenergiesysteem aan te leggen of in werking te hebben dient een aanvrager van een vergunning namelijk altijd al zelf aan te leveren. De regels zijn opgesteld voor zowel open als gesloten bodemenergiesystemen en worden gekoppeld aan het vast te stellen interferentiegebied.

Door het gemeentelijk vaststellen van een interferentiegebied en daaraan gekoppeld beleidsregels worden aanvragers van een vergunning gedwongen hun bodemenergiesysteem zo te dimensioneren dat het voldoet aan de voor dit gebied geldende gebruiksregels. Hiermee is geborgd dat de ondergrondse ruimte zo effectief mogelijk wordt benut. Daarnaast moeten de aanvragers natuurlijk ook voldoen aan alle overige van toepassing zijnde wettelijke regelgeving.

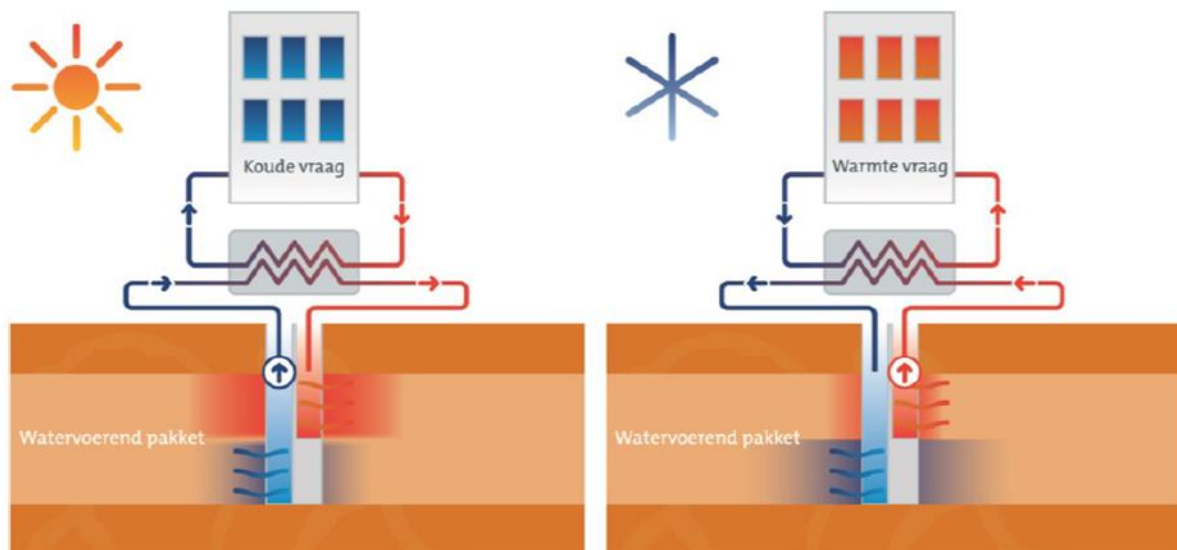
Om een bodemenergiesystemen toe te mogen passen is het noodzakelijk om aan te tonen dat het te plaatsen systeem de aanwezige bodemenergiesystemen thermisch niet nadelig beïnvloed. Aanwezige systemen hebben namelijk het recht verkregen dat zij niet nadelig in hun functioneren worden beïnvloed door nieuwkomers. In een druk ontwikkelgebied kan dit resulteren in een minder optimaal ruimtegebruik van de ondergrond. Eerder gemaakte systeemkeuzes worden dan bepalend voor de ruimtelijke invulling van navolgende systemen. Bij een gebiedsontwikkeling is het wenselijk dat voor alle ontwikkelingen voldoende mogelijkheden over blijven om minimaal voor de eigen kavel de ondergrond te benutten voor toepassing van duurzame warmte.

3.5 Praktische toepassing open en gesloten bodemenergiesystemen

OBES worden over het algemeen toegepast bij ontwikkelingen met een bouwvolume vanaf circa 25 woningen en bij grotere kantoren en/of utiliteitsbouw. Praktisch alle ontwikkelingen in de zone Zuid-West hebben een zodanig bouwvolume dat zij met OBES verwarmd en gekoeld kunnen worden. Bij woningbouw betreft de OBES door de schaalgrootte dan altijd een collectief systeem. Omdat het principe van een OBES gebaseerd is op het rondpompen van grondwater worden deze systemen alleen toegepast in goed doorlatende “watervoerende pakketten”. Voor de ontwikkelzone Zuid-West in Haarlem zijn dat in potentie het 1^e en het gecombineerde 2^e/3^e watervoerende pakket. Omdat OBES pas kostenefficiënt zijn als ze worden toegepast voor grotere bouwvolumes (vloeroppervlaktes) wordt bij open systemen altijd relatief veel grondwater rondgepompt. De laterale invloedsfeer van een OBES kan in de ondergrond enkele honderden meters bedragen. OBES hebben dus een relatief groot ruimtelijke effect in de ondergrond.

In de winter wordt bij de OBES warmte uit het onttrokken grondwater gehaald en aan het gebouw afgegeven. Het grondwater waaraan warmte is onttrokken wordt direct weer geïnfiltreerd in de ondergrond. In de zomer wisselen de bronnen van functie: de relatief koude infiltratie bron van de winter wordt de onttrekkingsbron in de zomer. Aan het onttrokken relatief “koude” grondwater wordt overtollige warmte uit het gebouw afgegeven. Het grondwater waaraan de warmte is afgegeven wordt direct weer geïnfiltreerd in de “warme bron” in de ondergrond. Deze afwisseling van infiltratie en onttrekking herhaalt zich ieder winter- en zomerseizoen. Hierdoor ontstaan in de ondergrond zones met relatief koud en relatief warm grondwater. Afhankelijk van de keuze van OBES ontwikkelen zich

horizontale of verticale zones van warmte en koude. Onderstaand is de ontwikkeling van horizontaal gelaagde warme- en koude-zone afgebeeld. Deze gelaagdheid ontstaat binnen een watervoerend pakket bij de toepassing van zogenaamde mono-bronnen.



Afbeelding 3. Links de situatie in de zomer: koeling. Rechts de situatie in de winter: **verwarming**. Afgebeeld is een "mono-bron" waarbij het ondiepere grondwater gebruikt wordt voor verwarmen en het diepere grondwater voor koelen.

Gesloten bodemenergiesystemen (GBES) kunnen worden toegepast voor één individuele woning. Afhankelijk van de warmtevraag kan daarvoor een bodemlus, verticaal, tot een diepte van maximaal 250 m in de ondergrond worden aangebracht.

Ook kan worden gekozen om voor een grotere woning bijvoorbeeld 2 ondiepere bodemlussen op een onderlinge afstand van minimaal 5 meter te plaatsen. GBES wordt steeds vaker ook toegepast bij appartement-complexen of kleinere utiliteit-bouw. Afhankelijk van de totale warmtevraag en organisatie kunnen dat individuele of collectieve systemen zijn. Per te verwarmen / koelen gebouw kan het aantal bodemlussen meer dan 50 bedragen.

Het ruimtelijk effect van een enkele bodemlus is alleen thermisch, er wordt immers geen grondwater rondgepompt. Bij een maximale warmtevraag is de thermische invloed van 1 bodemlus circa 60 m.

Vanuit technisch oogpunt kan gesteld worden dat ieder type bodemenergiesysteem een specifieke impact heeft op het gebruik van de ondergrondse en bovengrondse ruimte.

3.6 Bodemopbouw en geohydrologie

Van de ontwikkelzone Zuid-West is de voor bodemenergiesystemen relevante bodemopbouw en geohydrologie geschematiseerd weergegeven in figuur 3. Voor de toepassing van OBES, waarbij grondwater moet worden rondgepompt zijn ter plaatse van het plangebied in principe de bodemlagen tussen 20 en 70 m minus maaiveld (m -mv) en de zone van ca. 90 tot 190 (m -mv) geschikt.

diepte (m-mv)	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen of weerstand
0 - 20	klei, veen, fijn zand	deklaag	45 m ² /d; 500d
20 - 70	matig fijn tot matig grof zand	1 ^e watervoerende pakket	800 m ² /d
70 - 90	klei en zeer fijn zand	1 ^e scheidende laag	2.000 d
90 - 190	matig grof tot uiterst grof zand	2 ^e /3 ^e watervoerende pakket	3.100 m ² /d
> 190 m	klei	hydrologische basis	∞

Afbeelding 4. Schematische weergave van bodemopbouw en geohydrologische indeling in watervoerende pakketten en waterscheidende lagen.

Het grondwater in het 1^e watervoerende pakket is in dit gebied zoet en stroomt onder invloed van de infiltratie in het duingebied richting het oosten. De overgang van brak naar zout grondwater ligt in dit gebied bovenin het gecombineerde 2^e/3^e watervoerende pakket. Het grondwater in dit pakket stroomt ook onder invloed van infiltratie in het duingebied in oostzuidoostelijke richting met een snelheid van ca. 10 m/jaar. De gemiddelde horizontale doorlatendheid van het gecombineerde 2^e/3^e watervoerende is 30 m/dag. De temperatuur van het grondwater in het 2^e/3^e watervoerende pakket is 12 a 13 graden Celsius.

Voor de grootschalige toepassing van open bodemenergiesystemen heeft het gecombineerde 2^e/3^e watervoerende pakket de voorkeur. Van onttrekkingen met bodemenergiesystemen op deze diepte zijn nauwelijks effecten te verwachten op het bovenliggende 1^e wvp en ook niet op de freatische grondwaterstand (in de deklaag). Het enige te voorziene effect is een verschuiving van het brak-zout grensvlak. Dat grensvlak wordt bovenin het 2^e/3^e wvp verwacht maar zal door grootschalige rondpompen zodanig worden verstoord dat het 2^e/3^e wvp volledig zout wordt. Het brak-zout grensvlak komt dan in de 1^e scheidende laag te liggen.

Voor de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen hoeft geen grondwater te worden rondgepompt. De zandige, watervoerende bodemlagen hebben wel een hogere warmtegeleiding dan de water-scheidende kleilagen maar voor de toepassing van GBES is dat niet doorslaggevend. De te kiezen diepte (lengte) van een bodemlus is primair afhankelijk van de gebouwszijdige warmtevraag. Vanuit het oogpunt van aanlegkosten, ondiep leidingwerk en ondergronds ruimtegebruik hebben langere bodemlussen in principe de voorkeur.

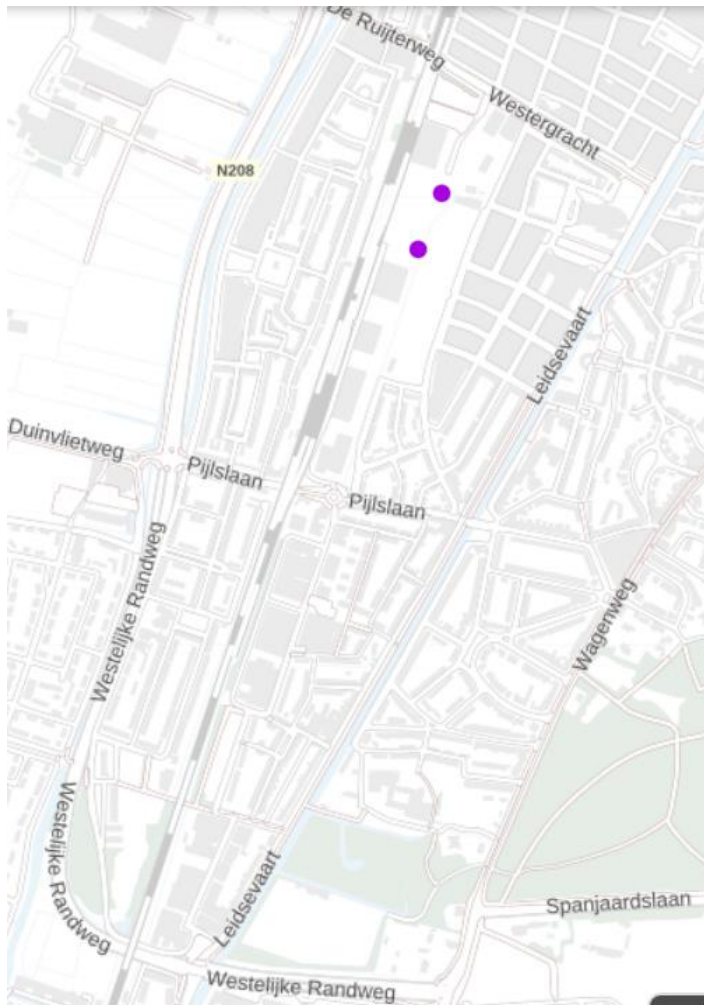
3.7 Aanwezige bodemenergiesystemen in de ontwikkelzone

Binnen de grenzen van het plangebied is 1 open bodemenergiesysteem (doublet) in deelgebied Plaza West aanwezig. In figuur 4 zijn de bronnen van dit doublet afgebeeld als parsee punten.

OBES in de ontwikkelzone Zuid-West:

Plaza West, Menno Simonszweg te Haarlem, doublet, maximaal debiet 125 m³/uur, 256.500 m³/jaar, kenmerk PNH 1937. Filters in gecombineerde 2^e/3^e watervoerend pakket tussen 90 en 190 m – mv. De minimale lengte van de bronfilters is 50 meter. Koude bron aan de zuidzijde.

In het plangebied zijn geen gesloten bodemenergiesystemen geregistreerd.



Afbeelding 5. Geregistreerde bodemenergiesystemen op 1 september 2021 (bron WKO-tool)
Paars : de 2 bronnen van het doublet - open bodemenergiesysteem Plaza West

4 REGELS BODEMENERGIESYSTEMEN

Voor toepassing van gesloten en open bodemenergiesystemen binnen het door de gemeente vastgestelde interferentiegebied “ontwikkelzone Zuid-West” zijn onderstaande regels opgesteld. Deze regels zijn gebaseerd op de combinatie van specifieke geohydrologische condities en de geplande omvang van de warmtevraag. Aanvullend op deze regels zijn de wettelijke regels van toepassing die worden gesteld aan bodemenergie en eventueel ook ander gemeentelijk en/of provinciaal beleid. Een aanvraag voor een vergunningen voor de aanleg van een bodemenergie-systemen binnen het interferentiegebied dient dus, naast het wettelijk kader en andere relevant gemeentelijke of provinciale beleidskaders, te voldoen aan onderstaande regels.

4.1 Regels voor gesloten bodemenergiesystemen (GBES)

- GBES mogen uitsluitend geplaatst worden op eigen perceel;
- GBES mogen uitsluitend geplaatst worden op eigen perceel;
- Bij de verticale plaatsing van bodemlussen kan worden gekozen uit een lengte van maximaal 90 m of een lengte van minimaal 190 m
- Een bodemlus met een lengte tussen de 90 en 190 meter is niet toegestaan

4.2 Regels voor open bodemenergiesystemen (OBES)

- Een open bodemenergiesysteem dient uitgevoerd te worden als mono-bron;
- Het maximale debiet van een mono-bron is 70 m³ /uur;
- Het koude filter wordt boven het warme filter gerealiseerd;
- Het koude filter wordt tussen 95 en 125 m -mv geplaatst;
- De bovenzijde van het warme filter wordt vanaf 150 m -mv geplaatst;
- De afstand van onderzijde koude filter tot bovenzijde warme filter is minimaal 25 m;
- De verhouding filterlengte / thermische straal** is minimaal 0,5 ;
- De onderlinge afstand tussen mono-bronnen bedraagt minimaal 0,5 maal de thermische straal;
- Een mono-bron wordt in beginsel op eigen perceel geplaatst;

**De thermische straal is gedefinieerd als: $V(C_w \cdot V / C_{aq} \cdot \pi \cdot L)$.

Waarin:

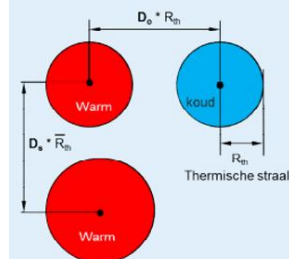
- C_w is warmtecapaciteit van het water (J/m³/K)
- V is het volume maximaal per seizoen te onttrekken grondwater (m³)
- C_{aq} is de warmtecapaciteit van de aquifer (J/m³/K)
- L is de filterlengte (m)

Plaatsing op basis van de thermische straal

Bij het infiltreren van warm of koud water in een bron ontstaat een cilindervormig volume met afwijkende temperatuur rondom de bron. Van bovenaf gezien is dat een cirkel met een straal, die afhankelijk is van het jaarlijks geïnjecteerde volume (V), Filterlengte / Dikte van de aquifer (L), de warmtecapaciteit van water (c_w) en de warmtecapaciteit van het aquifer materiaal (c_{aq}):

$$R_{th} = \sqrt{\frac{c_w V}{c_{aq} \pi L}} \quad (1)$$

Plaatsing van bronnen vindt plaats op basis van de thermische straal, waarbij voor bronnen van hetzelfde type (D) kleinere afstanden kunnen worden gehanteerd (positieve interactie) dan voor bronnen van een ander type (D) (mogelijke negatieve interactie).



(Duijff, 2019)

Afbeelding 6, theoretische bepaling van de thermische invloedssfeer van een open systeem (Duijff, 2019)

5 ONDERBOUWING REGELS BODEMENERGIESYSTEMEN

De in hoofdstuk 3 beschreven regels voor bodemenergiesystemen zijn gebaseerd op de combinatie van specifieke geohydrologische condities en de verwachte warmtevraag van de individuele ontwikkelingen. In dit hoofdstuk wordt een onderbouwing gegeven voor de keuze van deze regels.

5.1 Geohydrologie en de gebouwszijdige warmtevraag invullen met OBES

De bodemopbouw en specifieke geohydrologische situatie ter plaatse van de ontwikkelzone Zuid-West is in hoofdstuk 2 beschreven. Daaruit blijkt dat voor de grootschalige toepassing van open bodemenergiesystemen het watervoerende pakket tussen 90 en 190 m –mv zeer geschikt is. Gesloten systemen kunnen bijna onafhankelijk van de bodemopbouw en/of geohydrologie geplaatst worden omdat de werking van een GBES gebaseerd is op geleiding en niet, zoals een OBES, op doorlatendheid van de ondergrond. De primaire keuze voor het opstellen van regels wordt dus bepaald door de aanwezigheid van een geschikt watervoerend pakket voor de OBES.

Binnen OBES zijn diverse configuraties van bronnen mogelijk. De in Nederland meest toegepaste configuratie van bronnen zijn een doublet en een mono-bron. Een doublet is uitermate geschikt voor gebouwen met een grote warmte/koude vraag waarvoor veel water rondgepompt dient te worden. Een groot doublet met een maximaal debiet van 250 m³ uur kan per jaar tot minimaal 4500 Mwh gebouwszijdige verwarming en koeling leveren. Een nadeel van een groot doublet is dat de bronnen op steeds grotere onderlinge afstand geplaatst moeten worden waardoor een groot perceel beschikbaar moet zijn om de bronnen op eigen terrein te plaatsen. Daarnaast is veel leidingwerk nodig om de bronnen van het doublet met elkaar te verbinden. Voor grotere utiliteitbouw, met een grote warmtevraag en een groot eigen perceel is een doublet een efficiënte toepassing.

Een mono-bron kan systeemtechnisch met een maximaal debiet van ca. 70 m³ /uur functioneren. Daarmee kan per jaar maximaal ca.1200 Mwh gebouwszijdige warmte/koude geleverd worden. Uit de inventarisatie van de warmtevraag blijkt dat voor de functie wonen de gemiddelde energievraag per gebouw voor warmte ca 715 Mwh per jaar is. Mono-bronnen kunnen binnen de ontwikkelzone Zuid-West dus bij de meeste gebouwen met een woonfunctie prima in de warmtevraag voorzien. Bij 3 ontwikkelingen is op basis van de inventarisatie de toekomstige warmtevraag in de orde grootte van 1500 a 1600 Mwh. Of de warmtevraag bij deze ontwikkelingen door 1 of 2 mono-bronnen moet worden ingevuld is afhankelijk van de warmtevraag van het definitieve bouwontwerp.

Samenvattend wordt geconcludeerd dat van de open bodemenergiesystemen een mono-bron de meeste ontwikkelingen in dit gebied van warmte en koude kan voorzien. Een groot voordeel is dat een mono-bron praktisch altijd op een eigen perceel geplaatst kan worden. Verder is geen uitgebreid leidingwerk tussen koude/warme bronnen noodzakelijk. Ook is ruimtelijk geen laterale zonerings van warme en koude stroken nodig is. De zonerings van warmte- en koude-zone is bij mono-bronnen namelijk horizontaal gelaagd. Daarbij moet wel de keuze gemaakt worden of de warme zone onderin of bovenin het watervoerend pakket gerealiseerd wordt. In verband met een iets hogere temperatuur van het grondwater op grotere diepte heeft een warme zone onder de koude zone hier de voorkeur.

5.2 Toepassen GBES in combinatie met mono-bronnen

Gesloten bodemenergiesystemen worden binnen de ontwikkelzone nog niet toegepast. Bij een GBES wordt alleen warmte via geleiding uit de bodem onttrokken en/of teruggebracht. In een bodemlaag waar veel grondwaterstroming aanwezig is wordt de door geleiding onttrokken of toegevoegde warmte sneller afgevoerd. Hierdoor functioneren GBES in principe beter in zandige bodemlagen met meer grondwaterstroming. OBES veroorzaken veel stroming aangezien grote hoeveelheden water worden rondgepompt. GBES binnen de hydrologische invloedssfeer van een OBES functioneren

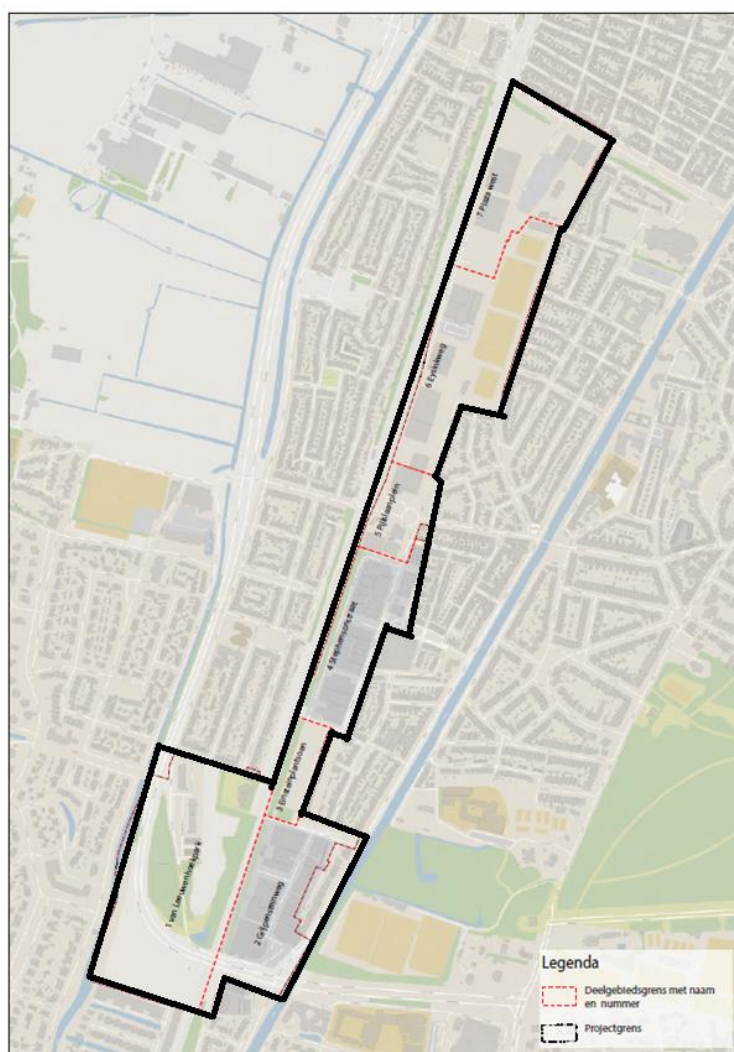
hierdoor beter dan zonder OBES. Dat betekent dat de toepassing een GBES prima binnen de hydrologische invloedssfeer van een OBES gerealiseerd kan worden.

Andersom is een aandachtspunt dat grootschalige toepassing van GBES de per seizoen opgeslagen warmte of koude van een OBES niet significant mag “consumeren”. Om dit te voorkomen wordt als regel opgenomen dat bodemlussen van GBES over de volledige hoogte van de warme en koude zone van het gecombineerde 2^e / 3^e watervoerende pakket moeten worden aangebracht. Bij de ontwikkelzone Zuid-West is dit de zone van 90 tot 190 m – mv. Hierdoor wordt namelijk altijd evenredig veel warmte of koude uitgewisseld door de GBES.

Ook kan gekozen worden om een relatief korte bodemlus te plaatsen in het deel van het bodemprofiel waar geen OBES actief is. In dit geval mag ook gekozen worden voor een bodemlus tot maximaal 90 m – mv. Bodemlussen mogen altijd dieper geplaatst worden dan 190 meter want daar zijn binnen dit gebied geen OBES meer aanwezig. Op deze wijze kunnen OBES en GBES gecombineerd worden toegepast zonder dat de onderlinge beïnvloeding resulteert in een significante afname in energieopbrengst.

5.3 Het interferentiegebied

In hoofdstuk 1 is de omvang van het plangebied van de ontwikkelzone Zuid-West aangegeven. Voorgesteld wordt om de grenzen van het interferentiegebied overeen te laten komen met grenzen van de ontwikkelzone. Binnen dit gebied worden de in hoofdstuk 4 beschreven regels van toepassing bij toekomstige aanvragen voor een vergunning bodemenergiesysteem.



Afbeelding 7, voorgestelde grenzen interferentiegebied ontwikkelzone Zuid-West.

6 ANDERE AANDACHTSPUNTEN BIJ RUIMTELIJKE INPASSING BODEMENERGIE

Bij het optimaal reguleren van de toepassing van bodemenergie in een gebiedsontwikkeling is het nodig bij de aanleg van een bodemenergiesystemen rekening te houden met reeds aanwezige bodemenergiesystemen. Het functioneren van de aanwezige systemen mogen niet nadelig beïnvloed worden door de nieuwe ontwikkelingen. Daarnaast dient een ontwikkeling rekening te houden met andere omgevingsfactoren. Ter informatie worden deze factoren in dit hoofdstuk kort genoemd.

6.1 Milieu effecten

Door het onttrekken en infiltreren van grondwater is het in werking hebben van een open bodemenergiesysteem een activiteit die is opgenomen in onderdeel D van de bijlage van het Besluit milieueffectrapportage. Indien per OBES minder dan 1.500.000 m³ grondwater per jaar wordt rondgepompt valt de activiteit onder de genoemde drempelwaarde van onderdeel D van de bijlage van het Besluit. Wel dient te worden bepaald of de activiteit mogelijke belangrijke milieugevolgen kan hebben. Hier kan invulling aan worden gegeven door een vormvrije m.e.r.-beoordeling door het bevoegd gezag. De aanvrager kan daarbij de selectiecriteria uit bijlage III van de EU richtlijn m.e.r. toepassen en onder andere de kenmerken van het project beschrijven. De invloed van het project op de omgeving en mogelijke onaanvaardbare cumulatie met andere projecten.

In de praktijk zijn de potentiële effecten van een open bodemenergiesysteem: hydrologisch (grondwaterstand), hydro-thermisch (opwarming/afkoeling) en grond-mechanisch (zetting). Daarnaast zijn er bij de aanleg van een bodemenergiesysteem vervoersbewegingen en zijn er mogelijke geluidseffecten. Beschreven dient te worden wat de effecten zijn op de omgevingsbelangen.

6.2 Andere ruimtelijke aspecten

Bij de aanleg van bodemenergiesystemen dient geïnventariseerd te worden of in de ondergrond obstakels aanwezig zijn. Binnen de ontwikkelzone is een uitgebreide ondergrondse infrastructuur van kabels en leidingen aanwezig. Specifieke aandacht is onder meer nodig voor de PWN-hoofdtransportleiding en de hoofdtransportleiding afvalwater die in het gebied liggen. Naast de hoofdtransportleidingen voor water en afvalwater zijn alle kabels en leidingen door de gemeente Haarlem in het gebied in beeld gebracht. De locatie van deze leidingen moet worden gerespecteerd. Op de spelregelkaart van de gemeente is het hart van de leiding aangegeven met aan beide zijden een ruimte van vijf meter die vrij moet blijven van bebouwing. Langs het spoor ligt een ecologische hoofdstructuur met de bijbehorende bermen en de grotere groengebieden aan de zuidzijde van de zone vertegenwoordigen een grote ecologische waarde.

Andere ondergrondse factoren die een bij een vergunningaanvraag voor een open bodemenergiesysteem beschouwd moeten worden zijn mogelijke bodemverontreinigingen, archeologie, aardkundige waarden, grondwateronttrekkingen, beschermingsgebieden voor grondwater, waterkeringen en eventuele boringvrije zones. De aanvrager van een vergunning voor een bodemenergiesysteem dient zelf te controleren of in de ondergrond elementen aanwezig zijn die de aanleg van een systeem kunnen belemmeren.

7 SAMENVATTING

De toekomstige bebouwing van de ontwikkelzone Zuid-West kan volledig worden verwarmd en gekoeld door bodemenergiesystemen. Door toepassing van deze systemen kan tot 70 % primaire energie bespaard worden. Omdat alle toekomstige bebouwing van lokaal opgewekte warmte te voorzien is een optimaal gebruik van de ondergrondse ruimte voor de toepassing van bodemenergie noodzakelijk.

Om te voorkomen dat door een minder efficiënt gebruik van de ondergrondse ruimte toekomstige ontwikkelingen geen gebruik kunnen maken van het concept bodemenergie wordt de toepassing van systemen via beleidsregels gereguleerd.

Op basis van de toekomstige warmtevraag per bouwproject en de lokale geohydrologische situatie is geconcludeerd dat de generieke toepassing van open bodemenergiesystemen van het type mono-bron ruimtelijk het beste inpasbaar is. Om deze toepassing te kunnen reguleren wordt minimaal het gebied ter grootte van de ontwikkelzone Zuid-West aangewezen als interferentiegebied.

Aan de vergunningverlening voor toepassingen voor bodemenergie binnen dit interferentiegebied worden beleidsregels gekoppeld. De beleidsregels zijn zodanig dat open bodemenergiesystemen alleen als mono-bron kunnen worden uitgevoerd met specifieke eisen aan de diepte van de bronfilters en de positie van de warme en koude bron.

Daarnaast kunnen in het gebied gesloten bodemenergiesystemen worden toegepast. Ook de toepassing van deze systemen is aan regels gebonden waardoor deze systemen geen negatief temperatuur effect op de beoogde mono-bronnen hebben.

De gedeputeerde staten van de provincie Noord-Holland worden als bevoegd gezag gevraagd om zich bij de vergunningverlening voor open bodemenergiesystemen te conformeren aan de door de gemeente Haarlem opgelegde beleidsregels die gelden binnen het interferentiegebied. De gemeente Haarlem is zelf bevoegd gezag voor de vergunningverlening van de gesloten bodemenergiesystemen.

