

Gemeente Haarlem
T.a.v. Martijn van Minderhout
Postbus 511
2003 PB Haarlem

vansomeren
bodemenwater

Van Someren Bodem en Water
Julianaweg 30
1949 AR Wijk aan Zee
info@bodemenwater.nl
tel. 06-29590008

Datum : 3 mei 2021
Betreft : Bodemenergie in de Ontwikkelzone Europaweg
Ons kenmerk : 2021-Haarlem-Europaweg-def
Behandeld door : Marc van Someren
@-mail : info@bodemenwater.nl
Tel. : 06-29590008
Aantal pagina : 19 inclusief voorblad en bijlagen

Geachte heer van Minderhout, beste Martijn,

Bijgevoegd de rapportage "Bodemenergie in de Ontwikkelzone Europaweg". In opdracht van de gemeente Haarlem is onderzocht of door bodemenergie aan de toekomstige warmte- en koude-vraag in de ontwikkelzone Europaweg kan worden voldaan. Daarbij is ook beschouwd of er een noodzaak is dat de gemeente regie voert op de toepassing van bodemenergie in deze ontwikkelzone.

Als u naar aanleiding van de rapportage nog vragen heeft zie ik deze graag tegemoet. Daarnaast kunnen desgewenst de bevindingen in een presentatie gedeeld worden met andere betrokkenen van de ontwikkelzone Europaweg.

Met vriendelijke groeten,



Marc van Someren

Bodemenergie in de Ontwikkelzone Europaweg

Op verzoek van de gemeente Haarlem zijn in het voorjaar van 2020 voor de ontwikkelzone Europaweg de toepassingsmogelijkheden van bodemenergie geïnventariseerd. Op basis van de inventarisatie kan voor de ontwikkelzone Europaweg bepaald worden of:

- bodemenergie in de toekomstige vraag naar warmte en koude in de zone kan voorzien;
- regie op de toepassing van bodemenergie noodzakelijk is om bij alle ontwikkelingen bodemenergie doelmatig te kunnen toepassen.

Achtergrond bodemenergie, vergunningverlening en regie voeren

In het kader van de energietransitie is het 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. De energiebesparing van een bodemenergie-systeem ten opzichte van de gasgestookte energievoorziening is circa 45%. Bodemenergiesystemen zijn er in diverse configuraties en ieder type heeft een specifieke impact op de ondergrondse en bovengrondse ruimte. Zowel technisch als in de wetgeving wordt onderscheid gemaakt in open en gesloten bodemenergiesystemen. Bij open systemen wordt warmte en koude met de ondergrond uitgewisseld door het onttrekken en infiltreren van grondwater. Bij gesloten systemen wordt uitwisseling van warmte of koude met de ondergrond gerealiseerd via een vloeistof in een gesloten buis (bodemwarmtewisselaar). In bijlage 1 wordt nader ingegaan op de eigenschappen en wetgeving van open en gesloten bodemenergiesystemen.

In het algemeen kan gesteld worden dat open bodemenergiesystemen worden toegepast bij bouwwerken met een bruto vloer oppervlak groter dan ca. 1500 m². De oppervlaktes van de ontwikkelingen rond de Europaweg zijn allen zodanig dat deze met open bodemenergiesystemen gerealiseerd kunnen gaan worden .

Bodemenergiesystemen zijn meldings – of vergunningplichtig en bij de melding of de vergunningaanvraag dient te worden aangetoond dat reeds aanwezige bodemenergiesystemen niet nadelig in hun functioneren worden beïnvloed door de nieuwe aanvraag. Dit impliceert dat bodemenergiesystemen die het eerst geplaatst zijn (onafhankelijk van hun grootte) bepalen of, waar en hoe een nieuw bodemenergiesysteem geplaatst kan worden.

In een ontwikkelzone kan vooraf bepaald worden hoe groot de totale warmtevraag van het gebied zal worden. Hierdoor kan vroegtijdig gesignaleerd worden of voor de toepassing van bodemenergie bij alle toekomstige ontwikkelingen voldoende ondergrondse ruimte beschikbaar is. Indien noodzakelijk kan de gemeente de regie nemen en vooraf eisen stellen aan het ontwerp van toekomstige bodemenergiesystemen om een zo doelmatig mogelijk gebruik van bodemenergie te kunnen realiseren. Het voeren van regie op bodemenergiesystemen wordt in Nederland vooral toegepast in drukke ontwikkelgebieden (bijvoorbeeld de zuid-as Amsterdam). Als instrument voor regievoering heeft de gemeente het interferentiegebied met daaraan gekoppeld beleidsregels voor de vergunningverlening. Aangezien de provincie bevoegd gezag is voor vergunningverlening van open bodemenergiesystemen wordt zij gevraagd zich te conformeren aan de beleidsregels die de gemeente opstelt voor het interferentiegebied. Deze regels worden over het algemeen nader onderbouwd met een “bodemenergieplan”.

Voor de ontwikkelzone Europaweg wordt in deze rapportage alleen beschouwd of het voeren van regie gezien de ontwikkelingen wenselijk is. Uitgangspunt is hierbij dat de ontwikkelingen een zodanige schaalgrootte hebben dat per gebouw (of cluster van gebouwen) een bodemenergiesysteem gerealiseerd wordt. De vraag hoe regie gevoerd kan worden wordt in deze rapportage niet beantwoord. Dit kan in een aanvullende notitie, in samenspraak met de gemeente en de provincie Noord-Holland, nader worden uitgewerkt.

Uitgangspunten hernieuwbare energievraag

Voor het bepalen van de toekomstige energievraag is geïnventariseerd wat de “gebouwszijdige” energievraag van de ontwikkelingen is. De gebouwszijdige energievraag is gebaseerd op de voorlopige BENG normen (peildatum voorjaar 2020). Het aandeel hernieuwbare energie dat door bodemenergie wordt opgewekt is in deze inventarisatie bepaald op basis van een “aanvaardbaar aandeel”. Dit aandeel staat ter discussie en kan in verdere uitwerking aangepast worden. 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 worden vergroot.

Bij de toepassing van bodemenergie als bron van hernieuwbare energie is lokale opwekking als uitgangspunt gekozen. Hieronder wordt verstaan dat binnen een deelgebied alleen gebruik gemaakt wordt van de energiepotentie in de ondergrondse ruimte van dat deelgebied.

Geïnventariseerd is hoeveel van de beschikbare ondergrondse ruimte gebruikt moet worden om aan de bovengrondse energievraag te voldoen. Op basis hiervan wordt ook duidelijk of ruimtelijke sturing noodzakelijk is om aan de vraag naar bodemenergie binnen het deelgebied te kunnen voldoen.

Onderzoeksopzet

In deze inventarisatie wordt uitgegaan van een functie-afhankelijke energievraag per m² bruto vloeroppervlak (hierna: bvo) van de bebouwing per jaar. Conform BENG is de maximale totale energievraag van een gebouw gebaseerd op m² bvo en de gebruiksfunctie van dat gebouw. Een vastgesteld minimaal aandeel van de energievraag moet door hernieuwbare energie worden ingevuld. Voor dit onderzoek zijn alleen de ontwikkelingen waarvoor de kentallen van m² bvo oppervlak beschikbaar waren doorgerekend. Op basis van functie en m² bvo van de ontwikkelingen is de toekomstige energievraag in 9 deelgebieden bepaald. Per ontwikkeling is de toekomstige energievraag omgerekend naar een “aanvaardbaar aandeel” hernieuwbare energie. Het aandeel hernieuwbare energie is per ontwikkeling omgerekend naar een bodemzijdige energievraag.

De bodemzijdige energievraag is vervolgens vertaald naar een volume grondwater dat hiervoor door een bodemenergiesysteem per jaar rondgepompt moet worden. 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.

Energievraag bovengronds

De bovengrondse energievraag per m² bruto vloeroppervlak is afhankelijk van de toekomstige functie van het bouwwerk. Per functie is in de BENG systematiek een maximale hoeveelheid benodigde energie aangegeven in Kwh/m² vloeroppervlak.

BENG aanname energievraag : Kwh/m2/jr			
gebouw functie	energie	minimaal	ambitie..
	behoefte	hernieuwbare energie	
woon min	65	26	26
woon med	85	34	35
woon max	150	60	100
bijeenkomst	90	27	30
	120	36	60
kinderopvang	160	64	90
	190	76	120
gezondheid (bed)	350	105	220
gezondheid (over)	90	36	40
kantoor	90	27	50
	120	36	80
logies (gebouw)	100	50	50
	135	54	54
logies (anders)	55	27,5	27,5
	150	75	110
onderwijs	190	76	120
	220	88	150
Winkel	70	21	21
	100	30	40

Tabel 1. Jaarlijkse energievraag per gebouw (Kwh/m2 bvo) gebaseerd op BENG-2020. In groen het voor deze inventarisatie gekozen "aanvaardbare aandeel" hernieuwbare energievraag per m2. ¹

¹ NB Indien bestaande bebouwing ook met bodemenergie moet worden verwarmd is een inventarisatie van de historische gebouwszijdige energievraag nodig.

Op basis van de kentallen in tabel 1 zijn de ontwikkelingen in de ontwikkelzone Europaweg doorgerekend. Dit resulteert in een overzicht van gebouwzijdige energievraag zoals weergegeven in onderstaande tabel 2.

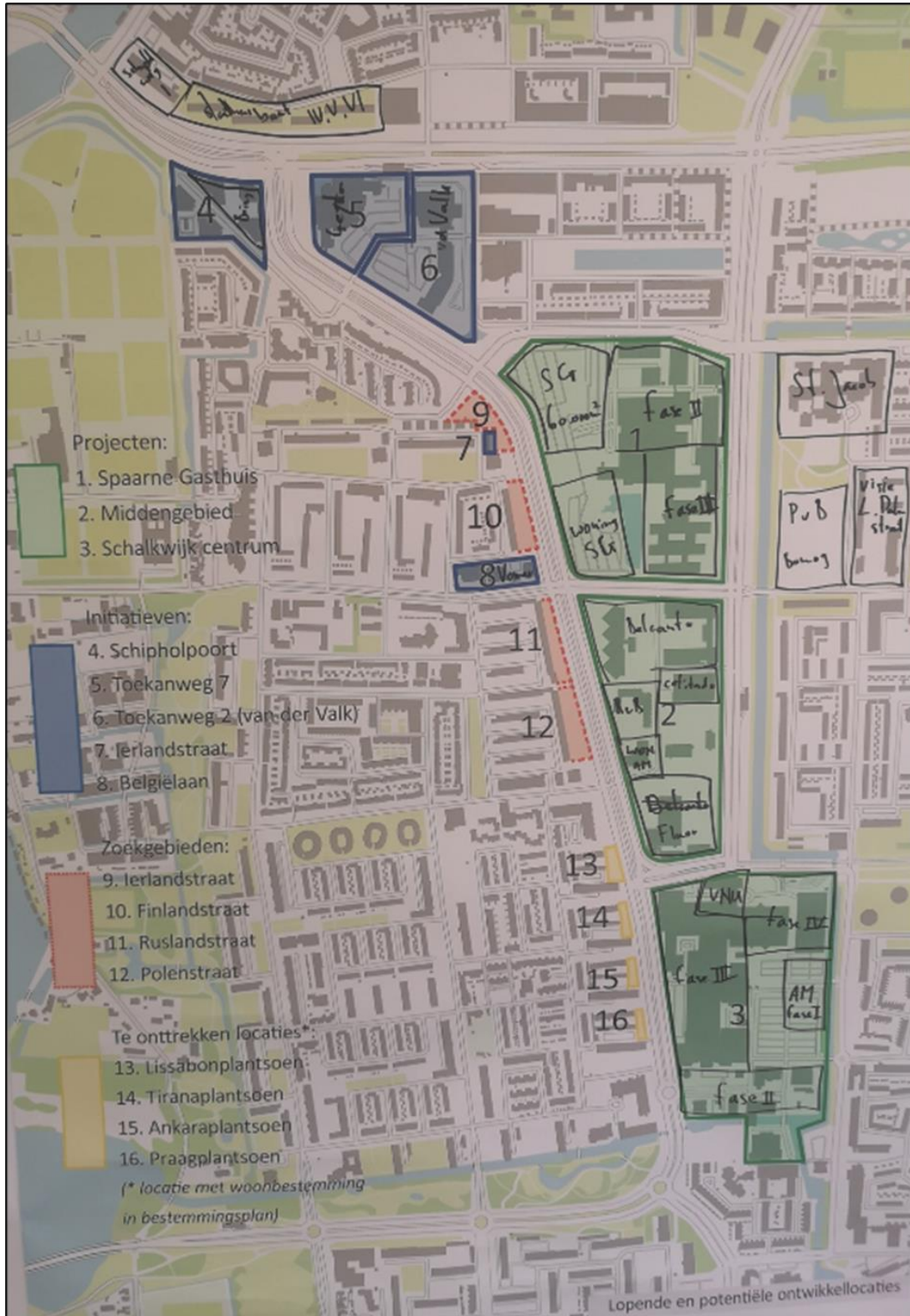
Het oppervlak van een deelgebied is ingemeten van de kaart of opgegeven door de gemeente Haarlem. Aangezien de energie door de ondergrond onder het deelgebied moet worden geleverd is het oppervlak van een deelgebied relevant. Per deelgebied zijn de ontwikkelingen gespecificeerd op basis van bruto vloeroppervlak en functie. De berekende hoeveelheid hernieuwbaar energie is weergegeven in Megawattuur per jaar (Mwh/jaar).

Europaweg zone (e.o.)		Oppervlak gebied (m ²)	Bruto vloer oppervlak (m ²)		Hernieuwbaar	Gebouwzijdige hernieuwbare energievraag (Mwh/jr)	
			Wonen	Utiliteit	per functie Kwh/m2/jr	Wonen	Utiliteit
Spaarne Gasthuis	Ziekenhuis	22400		60000	105		6300
	woningen	28000	11000		35	385	
	Fase II	27200					
	Fase III	26000					
Middengebied	Fluor	18200	32300		35	1131	
	Wonam	4800	11200		35	392	
	RijksVastgoedDienst	6400		20000	50		1000
	Belcanto	28000	37400		35	1309	
	Cetidado ?	18000	??		??	??	
Schalkwijk Centrum	Fase I	33600	9100		35	319	
				3500	40		140
	Fase II	19200	55000		35	1925	
	Fase III	39200	55000		35	1925	
	Fase IV	16800	22000		35	770	
	VNU	4800	?????		??	???	
Schipholpoort	Beijing	6000	27000		35	945	
	Zuidelijk deel ?						
Toekanweg	Greystar	15688	21000		35	735	
Toekanweg	Van der Valk	6600		1500	54		81
Poort van Boerhaave	Bemog	22400	11900		35	417	
	St. Jacob	22400	19500		35	683	
	Elan	20000	22000		35	770	
Slachthuisbuurt	Fase VI	14000	2310		35	81	
	Fase VII		6540		35	229	
	Fase VII/VIII		2600		35	91	
	Fase VIII		6540		35	229	
Schipholweg 1	wonen	6600	16900		35	592	
	hotel			6000	54		324
	voorzieningen			600	60		36

Tabel 2. Aandeel jaarlijks te leveren hernieuwbare energie per ontwikkeling.

Uit de tabel valt af te lezen dat 6 ontwikkelingen een energievraag hebben die groter is dan 1000 Mwh/jaar. Daarvan is het ziekenhuis de grootste energievrager met een aandeel van 6300 Mwh.

NB. Van een aantal deelgebieden ontbreken bruto vloeroppervlaktes en functies. Deze deelgebieden zijn wel in het overzicht opgenomen maar de energievraag is nog niet doorgerekend.



Figuur 1. Ontwikkelzone Europaweg. De gebieden 7 t/m 16 (Ierlandstraat – Praagplantsoen) zijn niet opgenomen in deze inventarisatie. Toegevoegd zijn Schipholweg 1, Slachthuisbuurt en Poort van Boerhave.

Beschikbare ruimte in de ondergrond

De beschikbaarheid van ondergrondse ruimte bepaald of bodemenergie aan de bovengrondse energievraag van de 9 deelgebieden kan voldoen. Bepalend daarbij zijn:

- oppervlakte van het deelgebied;
- bodetraject dat geschikt is voor bodemenergie;
- reeds aanwezige bodemenergiesystemen;
- overige beperkende randvoorwaarden in de ondergrond.

De oppervlakte van de deelgebieden zijn ingemeten of opgegeven en staan vermeld in tabel 2. Het bodetraject dat geschikt is voor bodemenergie is afhankelijk van het type bodemenergiesysteem. In bijlage 1, 4 en 5 is verder omschreven wat de verschillende toepassingsmogelijkheden zijn voor bodemenergie. Op basis van de bovengrondse energievraag is als uitgangspunt gekozen dat in ieder geval open bodemenergiesystemen (OBES) toegepast moeten worden. OBES pompen grote volumes grondwater rond en dat kan in deze ontwikkelzone op een diepte van 90 tot ca. 180 meter onder maaiveld (m -mv).

In de ontwikkelzone zijn 4 open bodemenergiesystemen (OBES) vergund (zie bijlage 2). In de zone direct grenzend aan het plangebied zijn voor 3 OBES en een industriële onttrekking vergunning verleend. Ook bevinden zich daar nog een aantal gesloten bodemenergiesystemen (GBES). De 4 OBES binnen de ontwikkelzone hebben alle vergunning voor onttrekken grondwater uit het traject dieper dan 90 m – mv. De vergunde debieten variëren van 25 tot 100 m³/uur. De huidige bodemenergiesystemen gebruiken dus al een deel van de beschikbare ruimte van de ontwikkelgebieden. Bij de inventarisatie per deelgebied moet dus rekening gehouden worden dat een deel van de ondergrond op basis van de vergunde situatie niet beschikbaar is. Nieuwe systemen moeten rekening houden met reeds bestaande zodat nieuwe systemen de effectiviteit van aanwezige systemen niet negatief beïnvloed.

In de gebiedsontwikkeling kan overwogen om in overleg met de vergunninghouders de bestaande systemen te vervangen door systemen die de ondergrondse ruimte doelmatiger gebruiken.

Andere ondergrondse beperkingen kunnen aanwezig zijn door ondergrondse leidingen, boringvrije zones, archeologie en/of aardkundige waarden. In de ontwikkelzone is een hoofdgasleiding aanwezig waaraan ruimtelijke beperkingen zijn verbonden (zie bijlage 3). Dit lijkt echter geen grote effecten te hebben op de beschikbare ondergrondse ruimte voor bodemenergie. Bij de bovengrondse inpassing van bodemenergie moet daar wel rekening mee worden gehouden. Verder zijn geen significante ondergrondse belemmeringen geïdentificeerd.

Invullen van energievraag met bodemenergiesystemen

Zoals hierboven beschreven kan energie met open bodemenergiesystemen “gewonnen” worden door grondwater te benutten in het traject tussen ca 90 en 180 m -mv. Bij toepassing van open systemen dient per kubieke meter(m³) grondwater een minimale hoeveelheid energie geproduceerd te worden (warmte toegevoegd of warmte onttrokken). Op basis hiervan is berekend hoeveel water

jaarlijks per deelgebied verpompt moet worden om aan de energievraag te voldoen. Het resultaat is weergegeven in tabel 3 (kolom 4). Als alle ontwikkelingen gebruik maken van open bodemenergiesystemen is het noodzakelijk om per jaar minimaal ca. 4 miljoen m³ grondwater te onttrekken en infiltreren.

Om aan een van de uitgangspunten van de inventarisatie te voldoen is bepaald hoeveel van de beschikbare ondergrondse ruimte per deelgebied nodig is om deze hoeveelheid grondwater te onttrekken. De beschikbare ondergrondse ruimte voor een OBES is de bodemkolom tussen de 90 en 180 m – mv. In tabel 3 is weergegeven hoe hoog die kolom(kolom 6) per deelgebied moet zijn om met het onttrokken grondwater(kolom 5) per deelgebied aan de energievraag te voldoen.

Europaweg zone (e.o.)	Oppervlak gebied (m ²)	Hernieuwbare energievraag	Grondwater onttrekking	Onttrekking per m ² gebied	Bodemkolom per m ² gebied
Spaarne Gasthuis	103600	6685	1274047	12	37
Middengebied	75400	3832	730219	10	29
Schalkwijk Centrum	113600	5079	967876	9	26
Schipholpoort Beijing	6000	945	180101	30	91
Toekanweg Greystar	15688	735	140078	9	27
Toekanweg Van der Valk	6600	81	15437	2	7
Poort van Boerhaave	64800	1869	356200	5	17
Slachthuisbuurt	14000	630	120001	9	26
Schipholweg 1	6600	952	181340	27	83
Totaal	406288	20806	3965298		
	m ²	Mwh/jr	m ³ /jaar		

Tabel 3. Vertaling energievraag naar m³ grondwateronttrekking en “bodemkolom” per deelgebied

Op basis van tabel 3 worden een aantal aspecten duidelijk ten aanzien van de beschikbare ruimte.

Het eerste wat duidelijk wordt is dat de ondergrondse ruimte in potentie voldoende groot is om de gehele hernieuwbare energievraag van de ontwikkelzone Europaweg door bodemenergie in te vullen.

Het tweede wat opvalt is dat in deelgebied Schipholweg 1 en Schipholpoort Beijing alle beschikbare ondergrondse ruimte benut moet worden om binnen het deelgebied aan de energievraag te kunnen voldoen. De bodemkolom tussen 90 en 180 meter moet voor 100% benut worden om warmte en koude in op te slaan.

Het derde aspect wat opvalt is dat het deelgebied Spaarne Gasthuis, ondanks de zeer grote energievraag van het ziekenhuis, in potentie voldoende ondergrondse ruimte heeft. Dit beeld wordt veroorzaakt doordat voor fase II en III geen energievraag is opgegeven. Indien het deelgebied beperkt blijft tot ziekenhuis en woningen (fase I) vraagt de toepasbaarheid van bodemenergie een bodemkolom van 77 meter. Met andere woorden ook hier is alle ruimte noodzakelijk om aan de energievraag te voldoen.

Uit bovenstaande waarnemingen valt af te leiden dat bodemenergie in de potentiële hernieuwbare energievraag per deelgebied kan voldoen. In drie deelgebieden is een praktisch 100% efficiënte benutting van de ondergrondse ruimte noodzakelijk. Dit kan alleen gerealiseerd worden indien daar ruimtelijk op wordt gestuurd.

SAMENVATTING, CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Bodemenergie is een mogelijkheid om bij nieuwbouw te voorzien in de energievraag voor ruimteverwarming (en koeling) en warm tapwater. Voor de gemeente Haarlem is onderzocht wat de mogelijkheden zijn om bodemenergie toe te passen in de ontwikkelzones. Dit onderzoek is voor de ontwikkelzone Europaweg gebaseerd op twee vragen:

- is er voldoende ondergrondse ruimte om met bodemenergie aan de warmtevraag te voldoen?
- is regie noodzakelijk om bij alle ontwikkelingen in het gebied bodemenergie toe te kunnen passen?

De inventarisatie is gebaseerd op door de gemeente Haarlem aangeleverde functies en bruto vloeroppervlak van de geplande ontwikkelingen in de zone Europaweg. De toekomstige "warmtevraag" van het gebied is berekend op basis van functie-specifieke energie eisen. Hierbij zijn BENG-normen leidend voor de gebouwszijdige warmtevraag van nieuwbouw.

Binnen de ontwikkelzone Europaweg is de toekomstige warmtevraag van 27 ontwikkelingen in 9 verschillende deelgebieden doorgerekend. Berekend is dat 6 ontwikkelingen een energievraag hebben die groter is dan 1000 Mwh/jaar. Het ziekenhuis heeft hiervan de grootste warmtevraag met een aandeel van 6300 Mwh/jaar. Gezien de omvang van de warmtevraag wordt de toepassing van "open" bodemenergiesystemen in de ontwikkelzone het meest kansrijk geacht. Open bodemenergiesystemen infiltreren en onttrekken grondwater waaraan, afhankelijk van het seizoen, door het gebouw warmte wordt toegevoegd of koude wordt onttrokken. Per deelgebied is doorgerekend hoeveel grondwater jaarlijks moet worden rondgepompt om aan de warmtevraag te voldoen. Vervolgens is per deelgebied bepaald of de ondergrondse ruimte voldoende is om de noodzakelijke hoeveelheid warmte en koude vanuit dat grondwater in op te slaan.

Op basis van de inventarisatie voor de ontwikkelzone Europaweg wordt geconcludeerd dat:

- de toepassing van open bodemenergiesystemen geschikt is om aan de warmtevraag te voldoen;
- jaarlijks circa 4 miljoen kubieke meter grondwater moet worden rondgepompt om alle bebouwing door bodemenergie van voldoende warmte en koude te voorzien;
- de totale ondergronds ruimte toereikend is voor de warmtevoorziening van alle gebouwen;
- regie noodzakelijk is om in specifieke deelgebieden bodemenergie optimaal toe te kunnen passen.

Zonder regie op de toepassing van bodemenergiesystemen wordt de potentie voor grootschalige warmte- en koudeopslag in de ondergrond beperkt. Plaatselijk dient dan gezocht te worden naar ruimte in aangrenzende deelgebieden of dienen andere energieconcepten te worden toegepast. Aanbevolen wordt om de regie voor toepassing van bodemenergie in de ontwikkelzone nader uit te werken. Daarbij moeten de randvoorwaarden van toepassing van open en gesloten bodemenergiesystemen bepaald worden op basis van de lokale geohydrologische eigenschappen, de ruimtelijke verdeling van de energievraag en de specifieke kenmerken van het gebied.

Met vriendelijke groeten,



Marc van Someren

Bijlage 1 *Open en gesloten bodemenergiesystemen*

Binnen de bodemenergie worden technisch en juridisch 2 soorten onderscheiden:

1. Open bodemenergiesystemen(OBES): grondwater wordt rondgepompt waaraan warmte of koude wordt onttrokken.
2. Gesloten bodemenergiesystemen(GBES): vloeistof wordt binnen gesloten buizen in de bodem rondgepompt waarmee warmte of koude wordt uitgewisseld.

In een OBES wordt grondwater onttrokken en geïnfiltreerd in een watervoerend pakket. Het grondwater wat van nature een temperatuur heeft van ca. 12 graden wordt daarbij gebruikt om aan de gebouwszijde warmte of koude af te staan. Aangezien bij OBES grondwater onttrokken en geïnfiltreerd wordt valt deze handeling onder de Waterwet (straks opgaand in de Omgevingswet). De provincie Noord-Holland is bevoegd gezag voor open bodemenergiesystemen. Vergunningverlening en handhaving is door de provincie Noord-Holland belegd bij de ODNZKG.

OBES worden toegepast voor collectieve of relatief grootschalige ontwikkelingen. Een OBES wordt nooit individueel bij 1 woning toegepast. Toepassing wordt ongeveer efficiënt vanaf circa 25 woningen (bv. kleine appartementencomplexen). Debieten variëren tussen 10 tot 250 m³/uur.

Bij een GBES wordt geen water rondgepompt maar circuleert een vloeistof(warmtemiddel) in een gesloten verticale buis waarbij warmte uit de ondergrond wordt overgedragen aan het warmtemiddel. Bevoegd gezag voor een GBES is de gemeente Haarlem (uitgezonderd systemen binnen een "provinciale" inrichting). De registratie, melding, vergunningverlening en handhaving van de GBES is door de gemeente Haarlem ondergebracht bij de Omgevingsdienst IJmond (ODIJ).

Voor kleinschalige of individuele toepassingen zijn gesloten bodemenergiesystemen(GBES) een goed alternatief. De laatste jaren worden regelmatig ook grootschalige appartementencomplexen in stedelijk gebied uitgerust met "geclusterde" GBES.

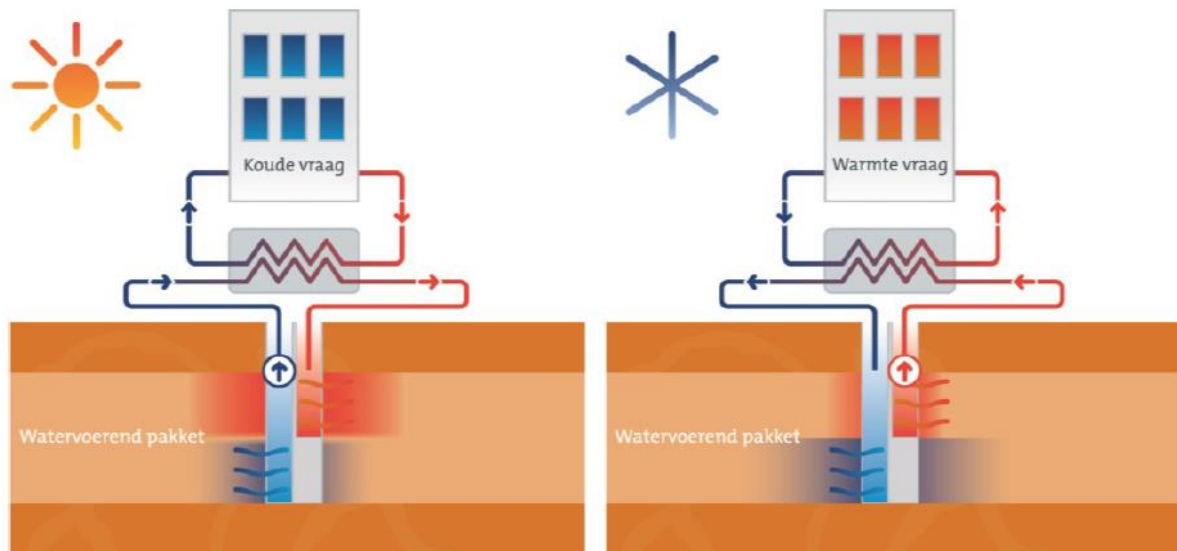
Binnen de OBES worden onderscheiden: Monobron, doublet, recirculatie en triplet. In Haarlem zijn mono-bron, doublet en recirculatie systemen aanwezig. Het triplet is een relatief nieuwe ontwikkeling en is gebaseerd op bodemenergie waarbij het grondwater met hogere temperaturen dan 25 graden celsius wordt geïnfiltreerd. Daarvoor moet het bevoegd gezag toestemming geven. Met dit systeem is nog geen ervaring in Haarlem. Het kan op termijn mogelijk wel een rol gaan spelen bij toepassing van bodemenergie in bebouwing die verwarmd moet worden met hogere temperaturen.

Onderstaand een nadere toelichting op mono-bron, doublet en recirculatie systeem.

Monobron:

Onttrekken en infiltreren van grondwater uit 2 filters die boven elkaar zijn geplaatst in 1 boorgat. De verticale afstand tussen de filters is afhankelijk van het debiet en varieert tussen de 20 en 50 m. Variërend per seizoen wordt in een filter koude of warmte geladen. Het maximale debiet van een

monobron is ca 70 m³/uur. Boven dit debiet beïnvloeden het koude en warme filter elkaar zodanig dat het rendement minder groot wordt. Aandachtspunt is het mengen van verschillende types grondwater en de beïnvloeding van het zoet-zout grensvlak. Groot voordeel van een monobron is de beperkte benodigde ruimte om het systeem te installeren. Ook de ruimtelijke invloedssfeer is in horizontale richting beperkt.

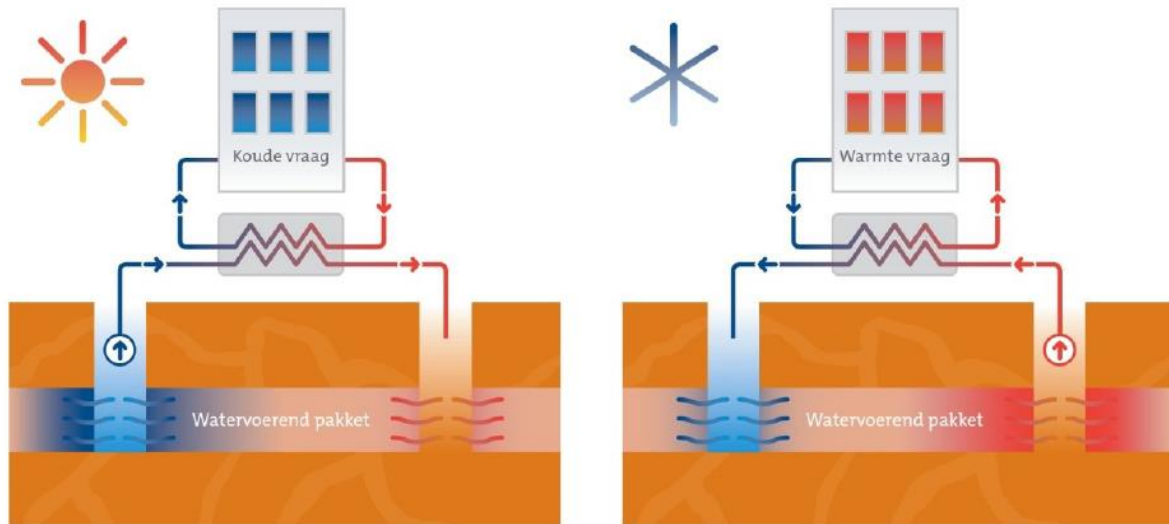


Links de situatie in de zomer, er wordt gekoeld. Rechts de situatie in de winter, er wordt verwarmd.

Doublet:

Onttrekken en infiltreren van grondwater uit 2 bronnen die horizontaal naast elkaar zijn geplaatst. De horizontale afstand tussen de bronnen is afhankelijk van het debiet en varieert tussen de 75 en 250 m. Variërend per seizoen wordt in een filter koude of warmte geladen. Het maximale debiet van een doublet is ca. 200 m³/uur. Dit maximale debiet is vooral afhankelijk van het doorlaatvermogen van de watervoerende laag (KD). Aandachtspunt bij een doublet met een hoog debiet is de beïnvloeding van het zoet-zout grensvlak en de optredende zetting.

De CO₂ reductie van een doublet is ten opzichte van een conventioneel verwarmingssysteem met gas is ca 50%. Voordeel van een doublet is dat bij de grote debieten een groot warmtevermogen kan worden gerealiseerd. Nadeel is het ruimtegebruik van het systeem aangezien de 2 bronnen onderling door leidingwerk verbonden zijn. Ook de ruimtelijke invloedssfeer is relatief groot. Onderstaand een voorbeeld van een doublet. Dit is het meest toegepaste type OBES in Nederland

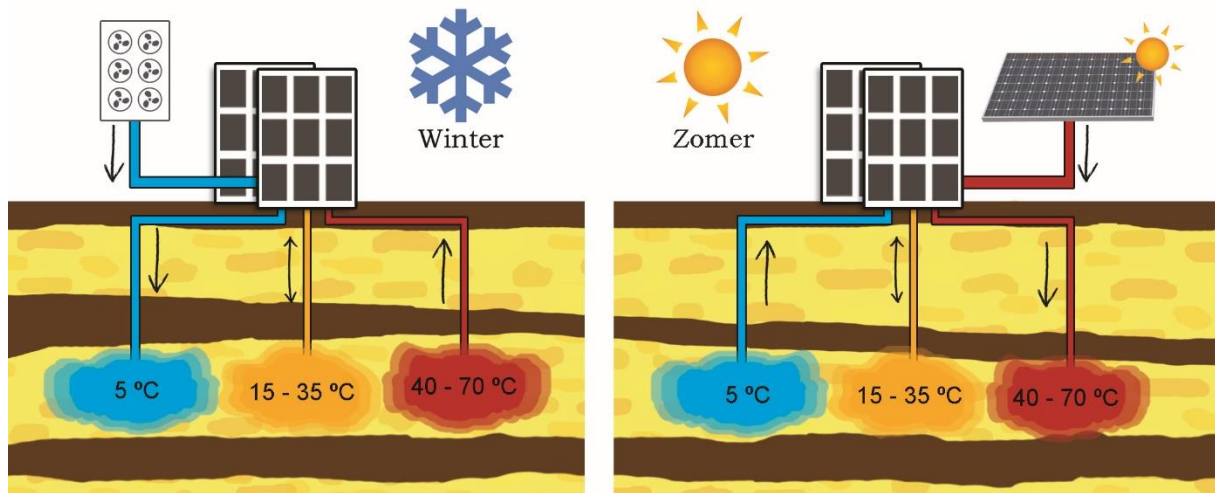


Links de situatie in de zomer, er wordt gekoeld. Rechts de situatie in de winter, er wordt verwarmd.

Triplet:

Bij een triplet wordt grondwater uitgewisseld via 3 horizontaal naast elkaar geplaatste bronnen. De onderlinge afstand tussen de bronnen is afhankelijk van het debiet en varieert tussen de 75 en 250 m. Variërend per seizoen worden in de buitenste 2 bronnen koude of warmte geladen. In het middelste filter wordt relatief minder koud en minder warm water opgeslagen. Het water in het centrale filter wordt in periodes met externe warmte of koude overschotten verder opgewarmd of afgekoeld en aan het warme of koude buitenste filter toegevoegd. Doelstelling is de temperatuur van het geïnfilterde warme water zodanig te verhogen dat een warmtepomp tijdens warmtevraag nauwelijks meer nodig is. Hiervoor zijn infiltratietemperaturen nodig die hoger zijn dan het wettelijke toegestane maximum van 25 graden Celsius. Het maximale debiet van een triplet is ca 200 m³/uur. Dit maximale debiet is vooral afhankelijk van het doorlaatvermogen van de watervoerende laag (KD). Aandachtspunt bij een triplet is de noodzakelijke toestemming af te wijken van de maximale infiltratietemperatuur van 25 graden Celsius. De CO₂ reductie van een triplet ten opzichte van een conventioneel verwarmingssysteem met gas is ca 90%. Nadeel van een triplet is het ruimtegebruik van het systeem aangezien de 3 bronnen onderling door leidingwerk verbonden zijn. Ook de

ruimtelijke invloedssfeer is relatief groot en de aanleg kosten zijn relatief hoog.



Recirculatie:

Continue onttrekken en infiltreren van grondwater via dezelfde bronnen. De bronnen zijn horizontaal naast elkaar geplaatst en de afstand tussen de bronnen varieert tussen de 50 en 100 m. Bij recirculatie wordt zowel in de zomer als in de winter gebruik gemaakt van de natuurlijke achtergrondtemperatuur van het grondwater. In de zomer wordt grondwater uit het onttrekkingsfilter van 12 graden gebruikt om te koelen. In de winter wordt uit hetzelfde filter grondwater met 12 graden onttrokken om te verwarmen. Variërend per seizoen wordt in het injectiefilter opgewarmd (zomer) of afgekoeld (winter) grondwater terug in de bodem gebracht. Het debiet van een recirculatiefilter varieert tussen ca 20 en 60 m³/uur. De CO₂ reductie van een recirculatie systeem is ten opzichte van een conventioneel verwarmingssysteem met gas ca 40%. Voordeel van een recirculatiesysteem is dat er niet periodiek omgeschakeld hoeft te worden van injecteren naar onttrekken en vice versa. Het onttrekkings- en infiltratiefilter blijft gelijk. Nadeel is het ruimtegebruik van het systeem en een relatief lager rendement (kleinere delta T). Ook de ruimtelijke invloedssfeer is relatief groot. Momenteel worden weinig recirculatie systemen aangelegd.

Bijlage 2 *Inventarisatie aanwezige bodemenergiesystemen*

In het plangebied zijn 4 open bodemenergiesystemen (OBES) aanwezig. In de zone direct grenzend aan het plangebied bevinden zich nog 3 open bodemenergiesystemen, een industriële onttrekking en een aantal gesloten bodemenergiesystemen (GBES).

OBES in ontwikkelzone:

- Haarlem college, Broekweg 1, doublet, max debiet 100 m³/uur, diepte filters 95 -115 (m –mv)
- Spaarne Gasthuis, Boerhavelaan, monobron, max debiet 25 m³/uur, diepte filters 95-105 / 130-140
- Van der Valk hotel, Toekanweg 2, recirculatie, max debiet 50 m³/uur, diepte filters 95-120 (m- mv)
- Schalkstad, doublet, max debiet 60 m³/uur, diepte filters ca. 90 -110 m (ontwerp ?)

OBES buiten de ontwikkelzone:

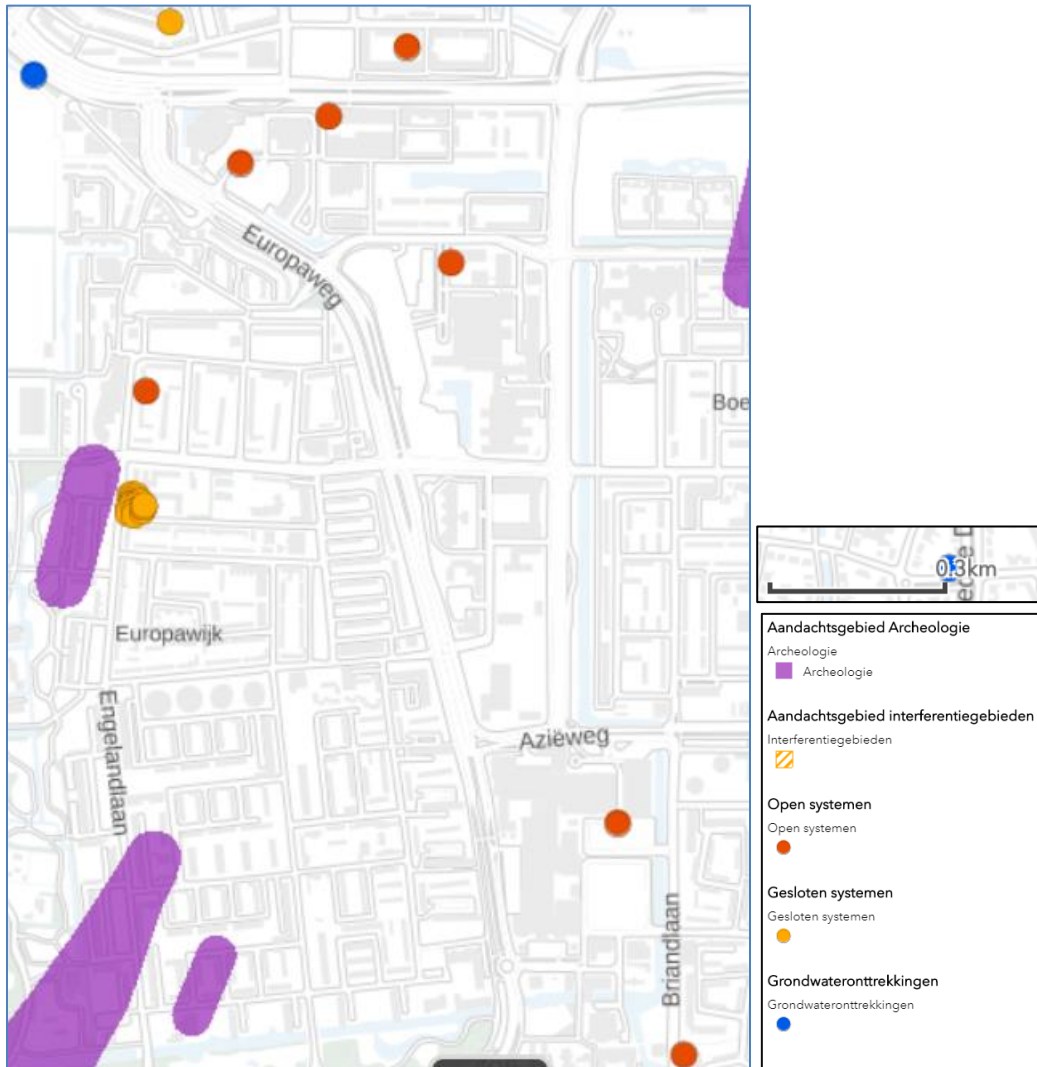
- Noordzijde : Hamelinckstraat 12, monobron, max debiet 60 m³/uur, diepte filters 90-120/160-180
- Zuidzijde : Briandlaan 15-257, recirculatie, max debiet 20 m³/uur, diepte filters 90-115

De open bodemenergiesystemen onttrekken allen grondwater uit het 2e en 3e watervoerende pakket. Dat zijn de pakketten dieper dan 90 m – mv. Het grondwater is op deze diepte zout. Beïnvloeding of menging met het “zoete” grondwater treed hierdoor niet op. De temperatuur van het grondwater op deze diepte is circa 12 graden Celsius.

Bodemopbouw in meter – mv en indicatie van watervoerende pakketten en scheidende lagen.

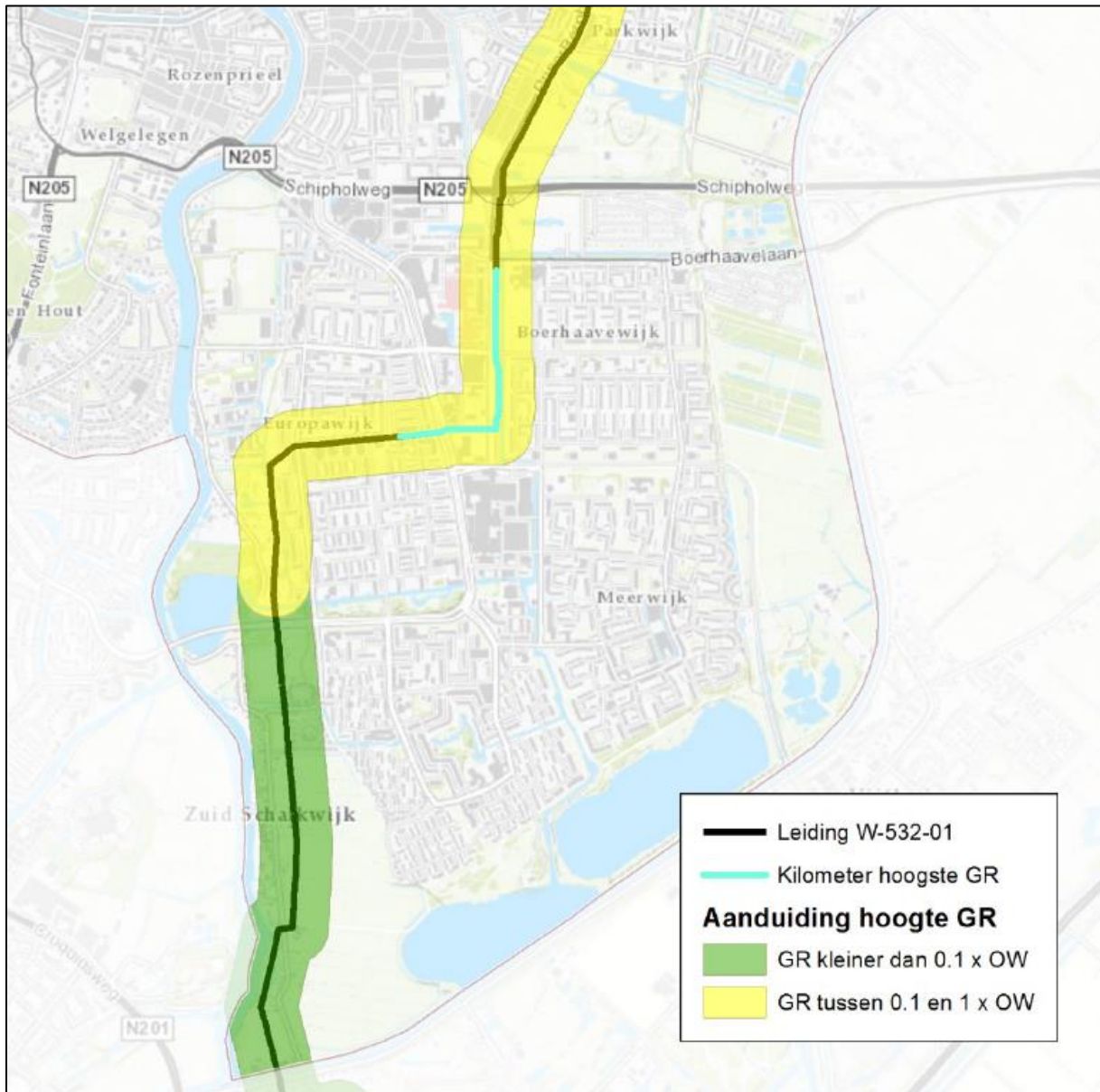
0 - 20	klei, veen, fijn zand	deklaag	20 m ² /d; 1.000 d
20 - 70	matig fijn tot matig grof zand	1 ^e watervoerende pakket	600 m ² /d
70 - 90	klei en zeer fijn zand	1 ^e scheidende laag	2.500 d
90 - 190	matig grof tot uiterst grof zand	2 ^e /3 ^e watervoerende pakket	3.400 m ² /d
> 190 m	klei	hydrologische basis	↔

Huidige systemen: op basis van de WKO-tool januari 2020



Bijlage 3 *Ondergrondse hoofdinfrastructuur*

Ligging hoge druk aardgastransportleiding



Verantwoording van risico's bij bouwen in omgeving hoge druk aardgastransportleiding (bron: Aviv, 16-1-2019)

Bijlage 4 *Toepasbare open bodemenergiesystemen*

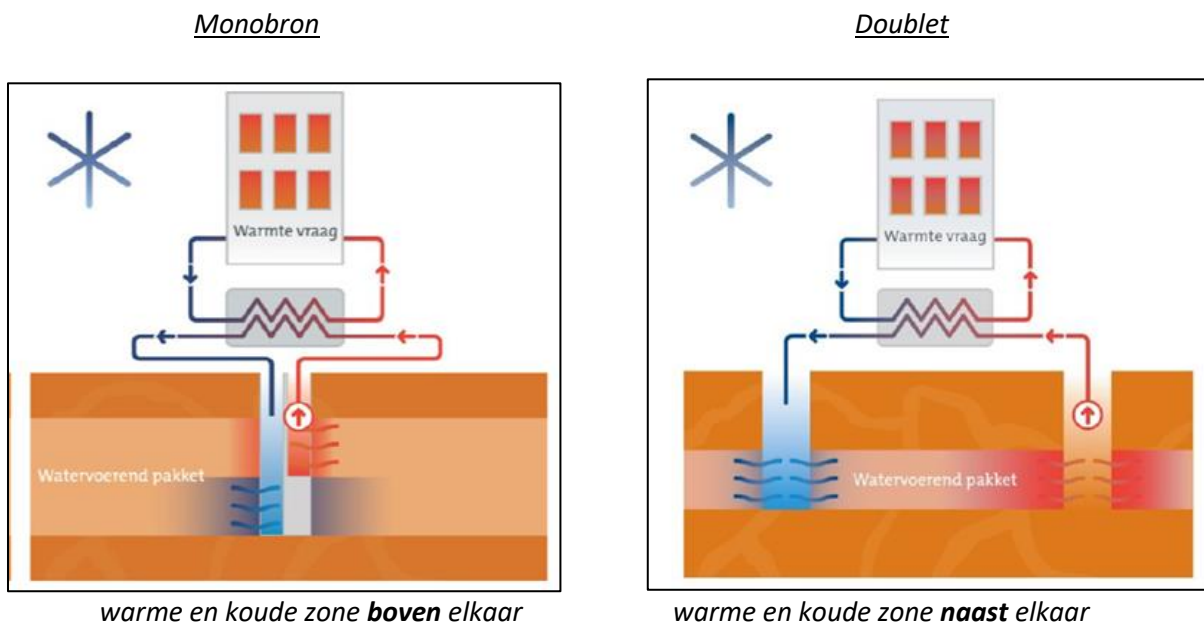
Beschouwde bodemenergiesystemen

In de bebouwde omgeving worden in Nederland 2 hoofdtypen van bodemenergie onderscheiden:

1. Open bodemenergiesystemen (OBES): grondwater wordt rondgepompt waaraan warmte of koude wordt onttrokken. In de ondergrond ontstaan grote volumes grondwater met een hoge temperatuur (16 graden) en relatief lage temperatuur (8 graden)
2. Gesloten bodemenergiesystemen (GBES): vloeistof wordt binnen gesloten buizen in de bodem rondgepompt waarmee warmte of koude wordt uitgewisseld. Alleen in de directe omgeving van de buizen koelt de bodem af / warmte de bodem op.

Binnen deze inventarisatie is alle bebouwing relatief grootschalig (meer dan 20 wooneenheden per gebouw). Op basis hiervan is gekozen om te focussen op de toepassing van open bodemenergiesystemen (OBES). In bijlage 1 zijn de diverse open en gesloten bodemenergiesystemen nader toegelicht.

De ondergrondse ruimtelijke impact van een open bodemenergiesysteem is sterk afhankelijk van het gekozen ontwerp. Bepalend in het ontwerp is de keuze hoe de warme en koude zones ruimtelijk te ordenen. Onderstaand is dit weergegeven. Bij het OBES van het type monobron (links) worden de warme/koude zones in de ondergrond boven elkaar ontwikkeld. Bij het OBES van het type doublet (rechts) worden de warme en koude zones in de ondergrond naast elkaar ontwikkeld.



Een mono-bron heeft weinig ondergronds leidingwerk nodig wat de ruimtelijke inpassing eenvoudiger maakt. De maximale energieproductie van een monobron is ca. 700 Mwh/jaar.

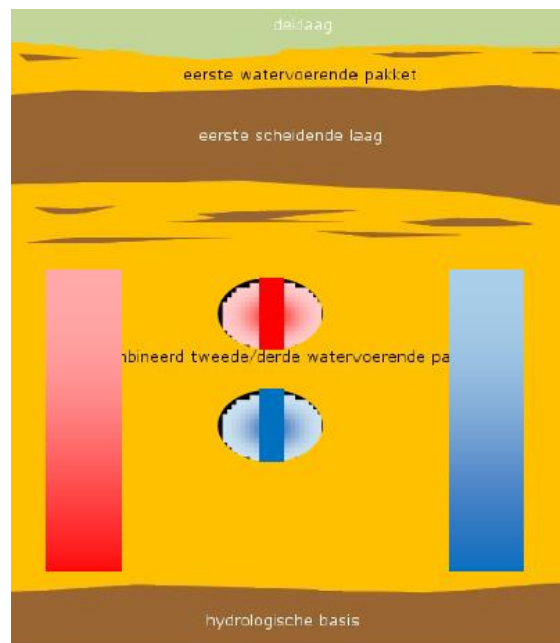
Bij een doublet staan de koude en warme bron op een onderlinge afstand van 75 a 200 meter. Het aanbrengen van leidingwerk en het grote ondergrondse ruimtegebruik vraagt wat meer sturing op ruimtelijke inpassing. De maximale energieproductie van een doublet is ca. 3000 Mwh/jaar.

Bijlage 5 *Ruimtelijke planning bodemenergiesystemen*

Bij een voorzienbare grote bodemzijdige energievraag in een gebiedsontwikkeling kan het noodzakelijk zijn de ondergrondse ruimte optimaal te benutten. Dit kan voor bodemenergie door een ruimtelijk plan op te stellen waarin de positie van warme en koude zones vooraf worden vastgelegd. Een dergelijk bodemenergieplan wordt gebaseerd op een voorkeur voor een bepaald type systeem. Bij de ordening van bodemenergie wordt gestuurd op type, debiet, configuratie en ruimtelijke positie van bodemenergiesystemen.

De systeemkeuze is afhankelijk van de grootschaligheid van de bovengrondse energievraag, de grondwaterstromingssnelheid, positie zoet-zout grondwater en de bodemopbouw.

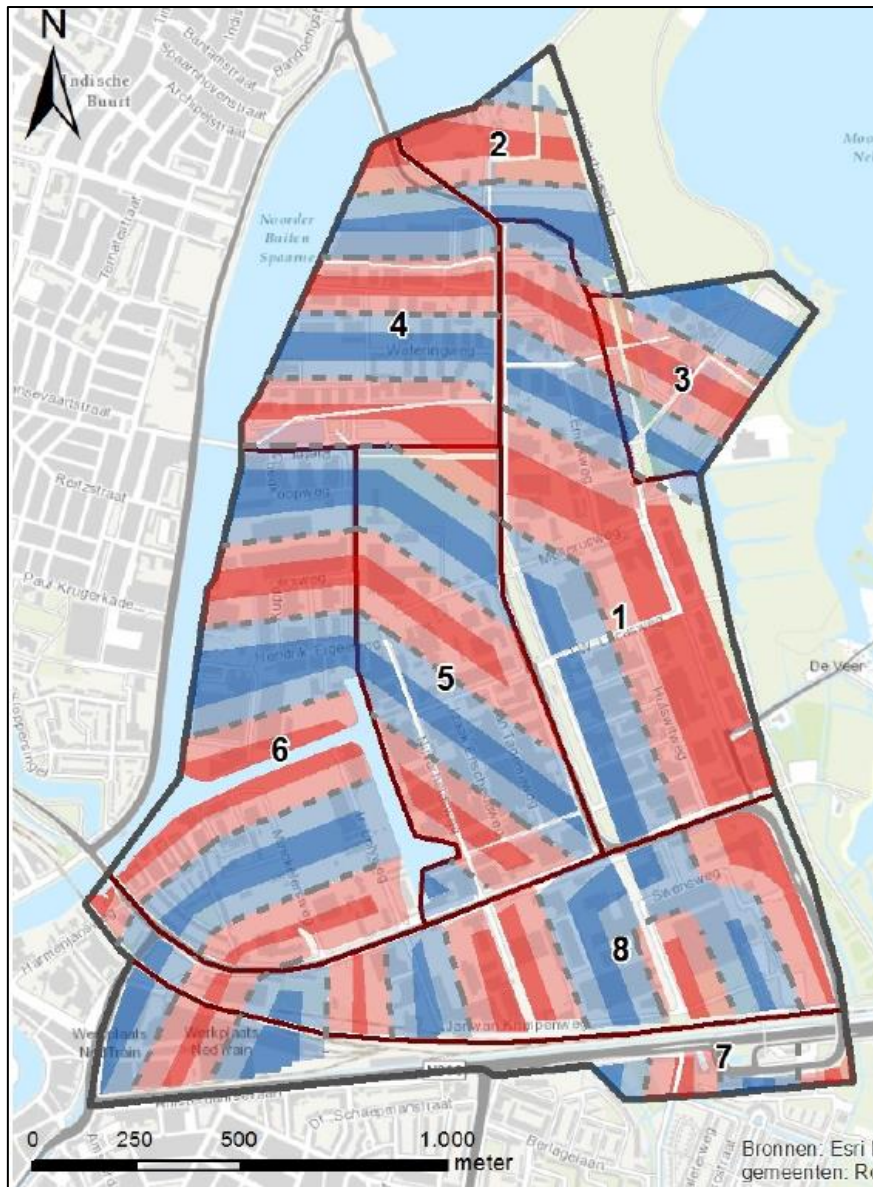
Doorsnede : ondergronds ruimtegebruik van doublet versus mono-bron



Links de warme bron, centraal een mono-bron, rechts de koude bron

Als de energievraag van de individuele gebouwen in een ontwikkelgebied in de orde grootte van maximaal 700 Mwh/jaar is volstaan mono-bronnen ook. Deze kunnen makkelijker ruimtelijk worden ingepast. Op gebiedsniveau kan een eenvoudige verticale ordening van warme zones en koude zones op vastgestelde dieptes worden aangegeven.

Als de bodemzijdige energievraag per gebouw groter is dan ca. 700 Mwh/jaar ligt de keuze voor een doublet meer voor de hand. Een bodemenergieplan met doubletten kenmerk zich door een patroon van warme en koude “stroken” waarin de bronnen van de doubletten geplaatst moeten worden. De warme en koude zones liggen naast elkaar. Een voorbeeld van een bodemenergieplan gebaseerd op doubletten is het bodemenergieplan Waarderpolder in Haarlem.



Bodemenergieplan Waarderpolder.

Voor de ontwikkelzone Europaweg dient nader worden uitgewerkt wat de meest gunstige ruimtelijke indeling is van koude en warme zones om de toekomstige toepassing van bodemenergie optimaal te kunnen realiseren. Daarbij zal uitgewerkt moeten worden aan welke technische randvoorwaarden de toekomstige bodemenergiesystemen dienen te voldoen.