



BODEMENERGIE IN DE ONTWIKKELZONE

ZIJLWEG-WEST TE HAARLEM

ANALYSE ONDERGROND POTENTIEEL BODEMENERGIE

Opdrachtgever: **Gemeente Haarlem**

Projectnummer: 2024-HAARLEM-ZIJLWEG-WEST

Kenmerk: 2024.Bodemenergie.ZijlwegWest

Opgesteld door: M.H. van Someren

Datum: Mei 2024

1	INLEIDING	3
1.1	Aanleiding en uitgangspunten.....	3
2	KENMERKEN VAN OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN	4
2.1	Open bodemenergie en omgevingsfactoren	4
2.2	Open bodemenergie: systeemkeuze voor monobron of doublet	4
3	BODEMOPBOUW, GEOHYDROLOGIE EN REEDS AANWEZIGE SYSTEMEN	6
3.1	Bodemopbouw en geohydrologie.....	6
3.2	Aanwezige bodemenergiesystemen in de ontwikkelzone	7
4	DEELGEBIEDEN EN DE BOVENGRONDSE THERMISCHE ENERGIEVRAAG	8
4.1	Ontwikkellocaties in de ontwikkelzone Zijlweg-West	8
5	DEELGEBIEDEN EN DE ONDERGRONDSE THERMISCHE ENERGIEVRAAG	10
5.1	Vertaling gebouwzijdige energievraag voor de bodemzijdige energievraag	10
5.2	Mogelijke bodemenergiesystemen op basis van de bodemzijdige energievraag	10
6	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	12

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding en uitgangspunten

Haarlem heeft de ambitie om in 2040 aardgasvrij en circulair te zijn. Voor de gebiedsontwikkeling Zijlweg-West is in de “Visie ontwikkelzone Zijlweg-West en omgeving, 22 mei 2020” de aanpak en gewenste ontwikkeling in het kader van de energietransitie beschreven.

In de visie is ten aanzien van energieproductie en bodemenergie aangegeven dat:

1. de energiebehoefte van nieuwbouw gebaseerd moet zijn op duurzame warmte bronnen;
2. de ondergrond van de ontwikkelzone geschikt is voor warmte koude opslag (bodemenergie);
3. voor doelmatig gebruik van de ondergrond het slim kan zijn een bodemenergieplan op te stellen;
4. het een opgave is om energie zoveel mogelijk lokaal op te wekken, op te slaan en te gebruiken.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten kan geconcludeerd worden dat bodemenergie bij uitstek een geschikte toepassing is om aan de warmte- & koude-vraag van deze ontwikkelzone te voorzien. In deze analyse wordt onderzocht of er op basis van de geplande bovengrondse ontwikkeling een noodzaak is de aanleg van bodemenergiesystemen gebiedsdekkend te ordenen. Ordening kan nodig zijn als de bovengrondse energievraag groot is in relatie tot de ondergronds beschikbare potentie voor bodemenergie.

In dit rapport is de bovengrondse energievraag alleen berekend voor de nieuwbouw zoals gepresenteerd in het concept- Masterplan ontwikkelzone Zijlweg-West (mei 2024). De nieuwbouw in de zone moet voldoen aan de landelijke eisen voor bijna energie neutrale gebouwen (BENG). De bovengrondse thermische energievraag is voor deze inventarisatie gebaseerd op de wettelijke eis van maximale thermische energiebehoefte van gestapelde woongebouwen. Deze maximale energievraag bedraagt voor verwarmen plus koelen 65 kWh per m2 gebruiksoppervlak per jaar. Voor utiliteitsbouw is conform de BENG-normering de energievraag afhankelijk van de functie van het gebouw. Voor utiliteitsbouw zal de werkelijke energievraag iets kunnen afwijken van wat binnen deze inventarisatie berekend is. Voor het doel van deze inventarisatie – al dan niet een ordening noodzakelijk – biedt de gebruikte waarde van 65 Kwh/m2/jaar voor utiliteitsbouw voldoende duidelijkheid.

Op basis van het opgegeven bruto vloer oppervlak van de te verwarmen/koelen nieuwbouw is in deze analyse per ontwikkellocatie de maximale bovengrondse thermische energievraag bepaald. Deze energievraag wordt vertaald naar een ondergrondse of bodemzijdige energievraag. Vervolgens wordt op basis van de reeds aanwezige bodemenergiesystemen, de lokale geohydrologie en de ruimte op de ontwikkellocatie bepaald of er voor bodemenergie voldoende ruimte is om te worden toegepast op de te ontwikkelen kavel. Tevens wordt aangegeven wat voor type open bodemenergiesysteem kan worden toegepast en op welke diepte. Als blijkt dat ondergrondse capaciteit en beschikbare ruimte voor bodemenergie voldoende groot is kan het opleggen van ondergrondse ordening achterwege blijven.

2 KENMERKEN VAN OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN

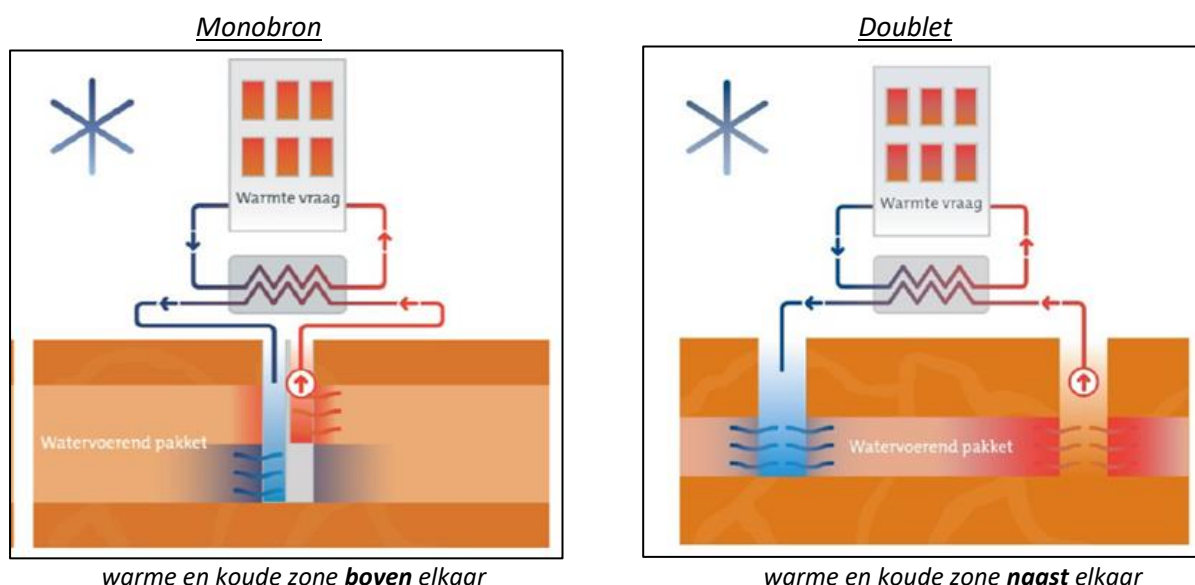
2.1 Open bodemenergie en omgevingsfactoren

Open bodemenergiesystemen functioneren door het onttrekken en opslaan van warmte aan het grondwater. Of warmte wordt onttrokken of toegevoegd aan het grondwater is afhankelijk van de thermische energiebehoefte van het gebouw: is er behoefte aan koeling of aan verwarming?

Om de warmte of koude aan het grondwater te onttrekken wordt bij open bodemenergiesystemen het grondwater opgepompt, langs een warmtewisselaar geleid en weer geïnfiltreerd. Vanuit wettelijk kader moet per kubieke meter opgepompt grondwater minimaal 0,00465 Mwh energie worden onttrokken of toegevoegd. Om voldoende grondwater te kunnen onttrekken en infiltreren is de aanwezigheid van goed doorlatende watervoerende pakketten noodzakelijk met een minimale dikte van ca 40 meter. Om tot een rendabel systeem te komen moeten grote hoeveelheden grondwater worden rondgepompt. Afhankelijk van bovengrondse energievraag varieert de hoeveelheid te onttrekken/infiltreren grondwater bij open bodemenergiesystemen tussen circa 50.000 en 1.000.000 m³ / jaar. Bij het onttrekken en infiltreren van grondwater mogen geen nadelige effecten voor de omgeving optreden. Elementen waar rekening mee moet worden gehouden zijn onder andere: grondwaterkwaliteit, mengen van zoet en zout grondwater, verplaatsen van de zoet/zout grensvlak, grondwaterstandsverlaging bij zettingsgevoelige bouwwerken, grondwaterverontreinigingen en negatieve beïnvloeding van reeds aanwezige bodemenergiesystemen. Ook moet rekening gehouden worden met beleid en restricties ten aanzien van drinkwaterwinning of natuur. In een effectenstudie moeten deze elementen bepaald worden en ter beoordeling aan bevoegd gezag worden voorgelegd.

2.2 Open bodemenergie: systeemkeuze voor monobron of doublet

In Nederland worden twee types open bodemenergiesystemen het meest toegepast: mono-bronnen en doubletten. Mono-bronnen worden in het algemeen meer toegepast voor gebouwen met relatief kleine thermische energievraag en bij systemen waar geen of weinig bovengrondse ruimte voor leidingwerk beschikbaar is. Het debiet van een mono-bron is maximaal circa 75 m³/uur. Bij een monobron wordt op de bronlocatie in het verticale bodemprofiel een ondiep en diep filter geplaatst. Opslag van warmte en koude vinden boven elkaar plaats in het watervoerende pakket.



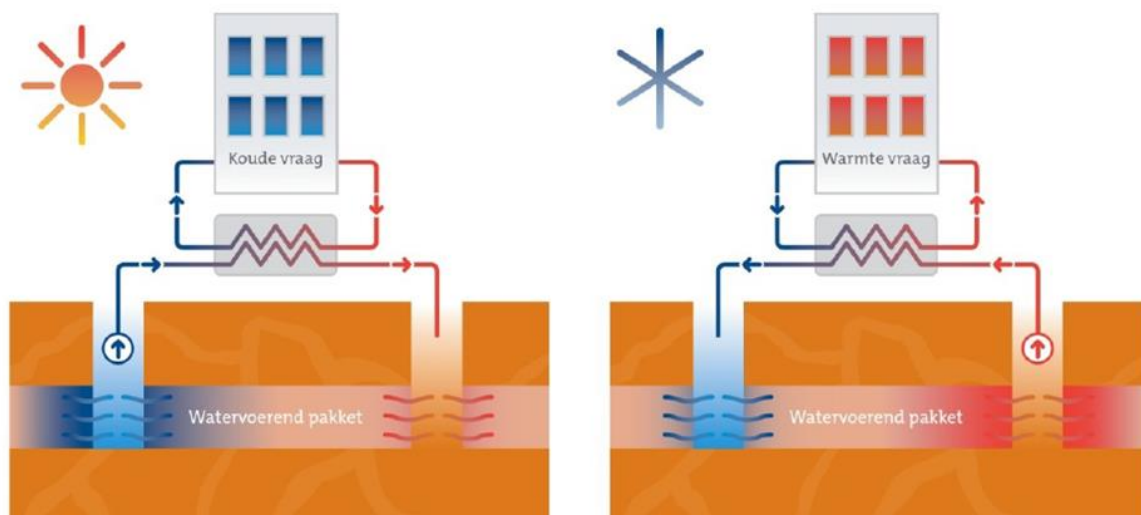
Figuur 1 Open bodemenergiesystemen

Zoals uit de afbeelding blijkt heeft een mono-bron weinig ondergronds leidingwerk nodig omdat beide filters in dezelfde bron zitten. Een aandachtspunt bij mono-bronnen is dat de filters in de verticaal een onderlinge afstand nodig hebben van minimaal 2 maal de filterlengte. Als dat niet het geval is zullen de koude en het warme filter elkaar te veel onderling gaan beïnvloeden wat de productiviteit van het systeem niet ten goede komt. Het watervoerend pakket moet dus dik genoeg zijn om de filters van het mono-bron systeem boven elkaar te kunnen plaatsen. De lengte van de filters van een monobron varieert, afhankelijk van het noodzakelijke debiet tussen 8 en circa 25 m.

De ruimtelijke inpassing van mono-bronnen is bovengronds vaak eenvoudiger dan bij doubletten omdat er slechts 1 bronlocatie is. Normaliter kan een mono-bron hierdoor op de te bebouwen kavel zelf gerealiseerd worden.

Het debiet van een doublet kan variëren tussen circa 30 en 250 m³/uur. Bij een doublet staan de koude en warme bron op een onderlinge horizontale afstand die varieert van 75 tot circa 200 meter. Deze afstand is van belang omdat voorkomen moet worden dat de warme en koude bron elkaar in het horizontale vlak negatief beïnvloeden. Tussen de koude en warme bron moeten leidingen worden aangelegd om het grondwater rond te kunnen pompen. Om het leidingwerk tussen beide bronnen aan te kunnen leggen moet de kavel groot genoeg zijn of er moet toestemming verkregen worden van de gemeente om deze leidingen en de bronnen in de openbare ruimte aan te leggen.

Ter illustratie is onderstaand een 'actief' doublet afgebeeld voor een zomer- en een winterseizoen.



Zomer: gebouw wordt gekoeld (warmteladen)

Winter : gebouw wordt verwarmd (koudeladen)

Figuur 2. Open bodemenergiesysteem als doublet.

De ondergrondse ruimtelijke impact van een bodemenergiesysteem wordt vooral bepaald door de thermische invloedssfeer van het geïnfiltreerde warme of koude grondwater. De thermische straal is afhankelijk van het volume grondwater dat per seizoen wordt geïnfiltreerd en door de lengte van het filter waarmee geïnfiltreerd wordt.

3 BODEMOPBOUW, GEOHYDROLOGIE EN REEDS AANWEZIGE SYSTEMEN

3.1 Bodemopbouw en geohydrologie

Voor de ontwikkeling Zijlweg-West is de bodemopbouw en geohydrologie onderstaand afgebeeld. Deze gegevens zijn afkomstig uit de geohydrologische effecten studie die voor het bodemenergiesysteem van het Nova College aan de Zijlweg in 2018 is opgesteld (IF Technology).

Op basis hiervan de bodemopbouw wordt geconcludeerd dat grotere ($> 50 \text{ m}^3/\text{uur}$) open bodemenergiesystemen in het gecombineerde 2^e/3^e watervoerende pakket gerealiseerd kunnen worden. Kleinere bodemenergiesystemen ($< 50 \text{ m}^3/\text{uur}$) kunnen ook in het 1^e watervoerende pakket geplaatst worden. Aandachtspunt voor het 1^e wvp is dat een initiatiefnemer in een effectenstudie moet aantonen dat er geen nadelige effecten op het ondiepe (freatische) grondwater ontstaan.

diepte	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen of weerstand ^b
[m-mv] ^a			[m ² /d] of [d]
0 - 25	klei, veen en fijn zand	deklaag	1400 d, 50 m ² /d
25 - 80	matig fijn tot uiterst grof zand	eerste watervoerende pakket	1.000
80 - 90	slibhoudend zand en klei	eerste scheidende laag	200
90 - 195	matig tot grof zand, klei en veenlagen	gecombineerd tweede en derde watervoerende pakket	4.000
>195	klei en fijn zand	matig watervoerend pakket, overlopend in hydrologische basis	∞

^a maaiveldhoogte: circa +0.5 m t.o.v. NAP

Figuur 3. Geohydrologische opbouw van de ondergrond (bron IF-Technology, Nova College Effectenstudie, 20 december 2018 Referentie 68317/LL/20181220)

Aandachtspunt voor bodemenergiesystemen in het 2^e / 3^e wvp is dat het zoet-zout grensvlak niet nadelig wordt beïnvloed. De overgang van zoet naar zout grondwater ligt in dit gebied tussen de 110 en 130 m minus maaiveld. Het bovenste deel van het 2^e/3^e watervoerende pakket bevat nog zoet grondwater dat afkomstig is van infiltrerend regenwater in het westelijk gelegen duingebied. De grondwaterstroming in het 1^e watervoerende pakket is oostwaarts en de stroomsnelheid ca. 5 m/jaar (zeer laag). De stroming in het 2^e/3^e watervoerende pakket is eveneens oostwaarts.

parameter	eenheid	
grondwaterstroming opslagpakket (snelheid) ^a	[m/jaar]	5
grondwaterstroming opslagpakket (richting) ^a	[-]	oosten
grondwatertemperatuur (opslagpakket) ^b	[°C]	11,0 - 11,5
zoet-/brakgrensvlak (chloride 150 mg/l) ^c	[m-mv]	120
brak-/zoutgrensvlak (chloride 1.000 mg/l) ^c	[m-mv]	130

^a bron: gebaseerd op het isohypsenpatroon uit REGIS

^b bron: Database bodemtemperatuurprofielmetingen TNO en IF Technology

^c bron: Grondwaterkaart van Nederland

Figuur 3. Grondwaterstroming en positie zoet/ brak/ zput grondwater (bron IF-Technology)

Een ander aandachtspunt voor de toepassing van bodemenergie in het 2^e/3^e watervoerende pakket is sulfaatreductie. Dit fenomeen zou kunnen optreden door menging van sulfaat arm “zoet” grondwater met brak/zout grondwater. Vergaande sulfaatreductie kan tot gevolg hebben dat de filters van een

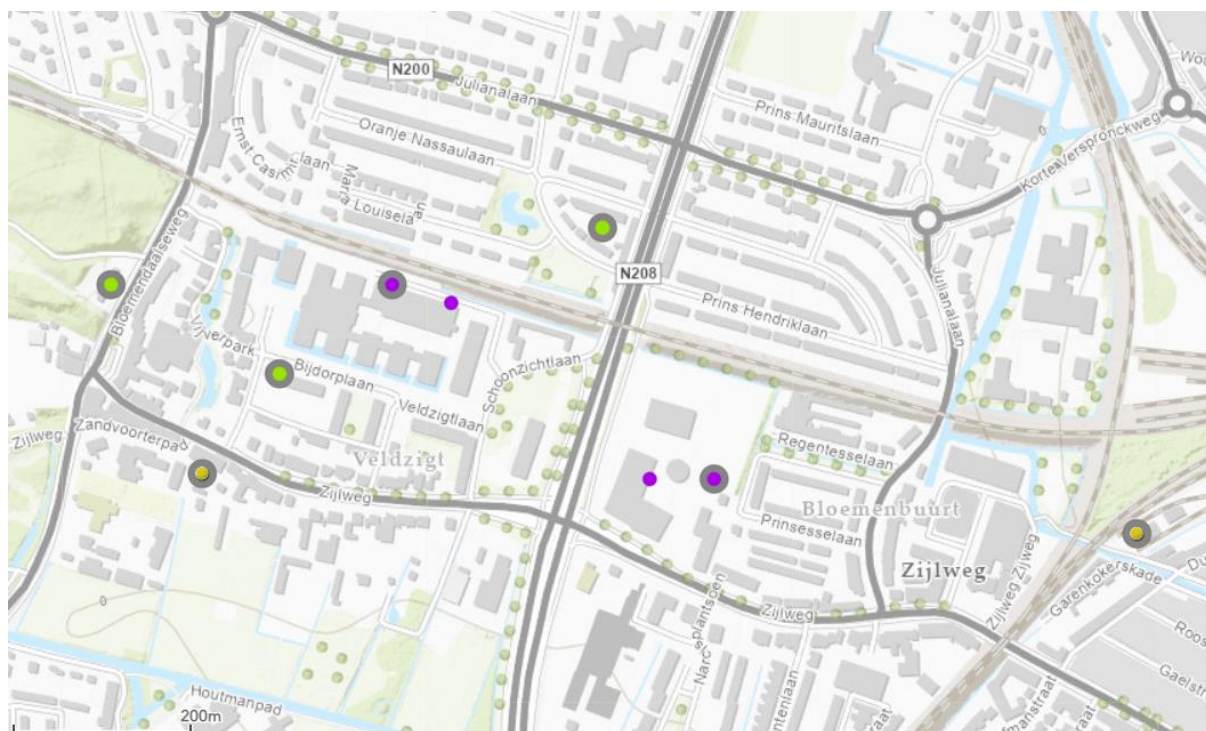
bodemenergiesysteem verstoppert door neerslag van ijzersulfide (ref. *Putverstopping door sulfaatreductie*, 27 december 2021, Ref 69232/LL/20211227, IF-technologie /Installeert). In verband hiermee wordt geadviseerd om de filters van bronnen van OBES in het 2^e/3^e watervoerende pakket dieper te plaatsen dan 130 m -mv.

3.2 Aanwezige bodemenergiesystemen in de ontwikkelzone

Bodemenergiesystemen mogen elkaar vanuit de regelgeving onderling niet zodanig negatief thermisch beïnvloeden dat ze niet meer doelmatig functioneren. Dit betekent dat al aanwezige bodemenergiesystemen beperkingen kunnen opleveren voor nog te realiseren systemen. Het systeem dat het eerst geïnstalleerd is bepaald waar en hoe een volgend systeem geplaatst kan worden.

Binnen het ontwikkelgebied zijn op basis van de huidige informatie 2 doubletten aanwezig. Beide op de ontwikkellocatie campus. De systemen zijn van NOVA-college gebouw aan de Zijlweg (ten oosten van de N208 - randweg) en het Hogeschool/INHolland gebouw naast de spoorlijn (ten westen van de N208 - randweg). Op de andere ontwikkellocaties zijn geen bodemenergiesystemen aanwezig.

Het doublet van het Nova-college aan de Zijlweg is geplaatst in het 1^e watervoerende pakket. De filters van de bronnen zijn 15 meter lang en staan op een diepte van circa 25 tot 40 meter -NAP. Het debiet is maximaal 50 m³/uur en per jaar wordt maximaal 220.000 m³ water rondgepompt. Het doublet van het gebouw Hogeschool/Inholland is ook geplaatst in het 1^e watervoerende pakket. De filters van de bronnen zijn 25 meter lang en staan op een diepte van circa 30 tot 55 meter -NAP. Het debiet is maximaal 122 m³/uur en per jaar wordt maximaal 225.000 m³ water rondgepompt.



Figuur 4. Geregistreerde bodemenergiesystemen op 14 mei 2024 (bron WKO-tool)

Geel : Gesloten bodemenergiesysteem (< 70 Kw).

Groen : Grondwateronttrekking

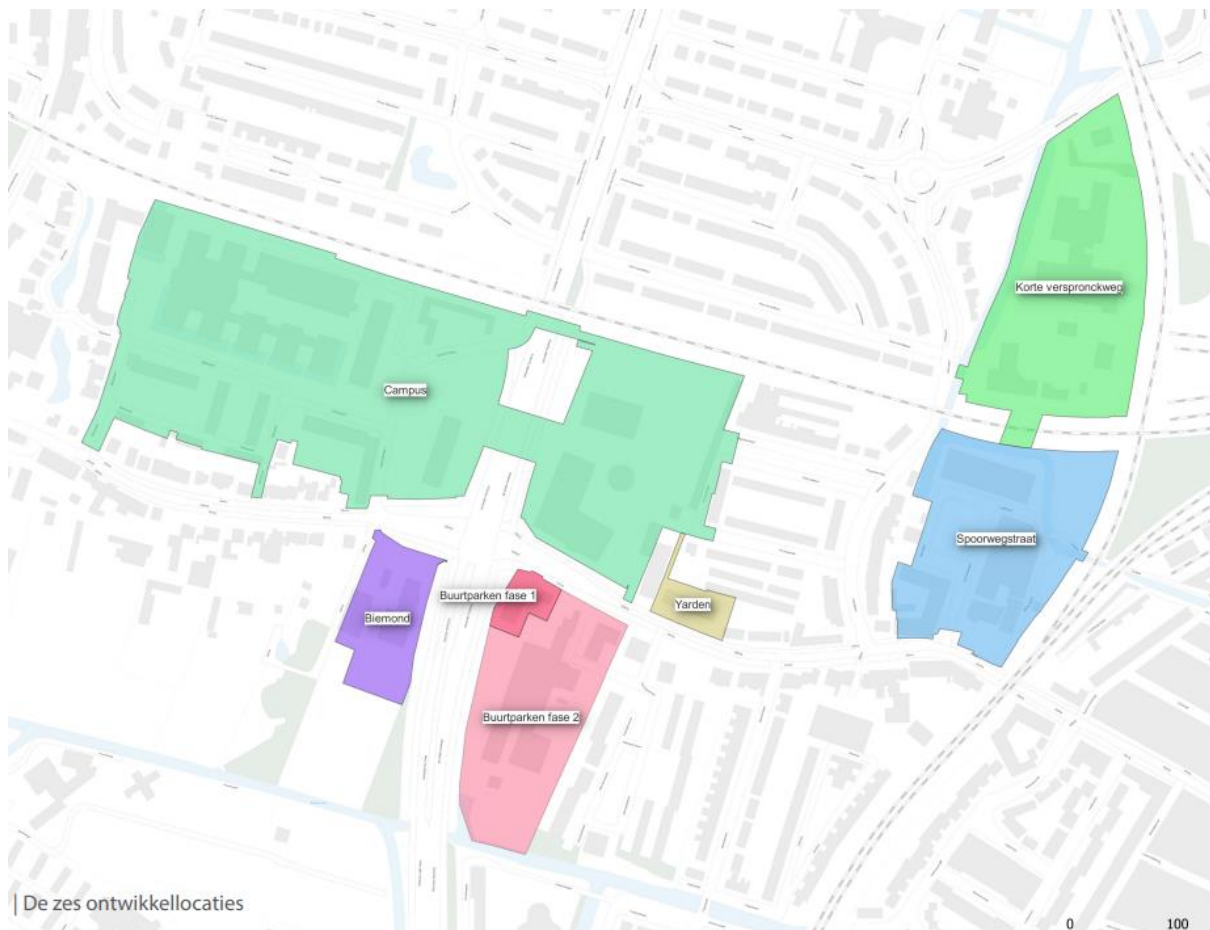
Paars : Open bodemenergiesysteem NOVA-Zijlweg (doublet) en Hogeschool/Inholland(doublet)

4.1 Ontwikkellocaties in de ontwikkelzone Zijlweg-West

De ontwikkelzone Zijlweg-West is onderverdeeld in 6 ruimtelijk te onderscheiden ontwikkellocaties (figuur 1). In het concept-Masterplan ontwikkelzone Zijlweg-West zijn per ontwikkellocatie de kentallen van kavelgrootte, bruto vloer oppervlak, bebouwd oppervlak en functies aangegeven. Dit vormt het uitgangspunt voor de per ontwikkellocatie bepaalde toekomstige thermische energievraag.

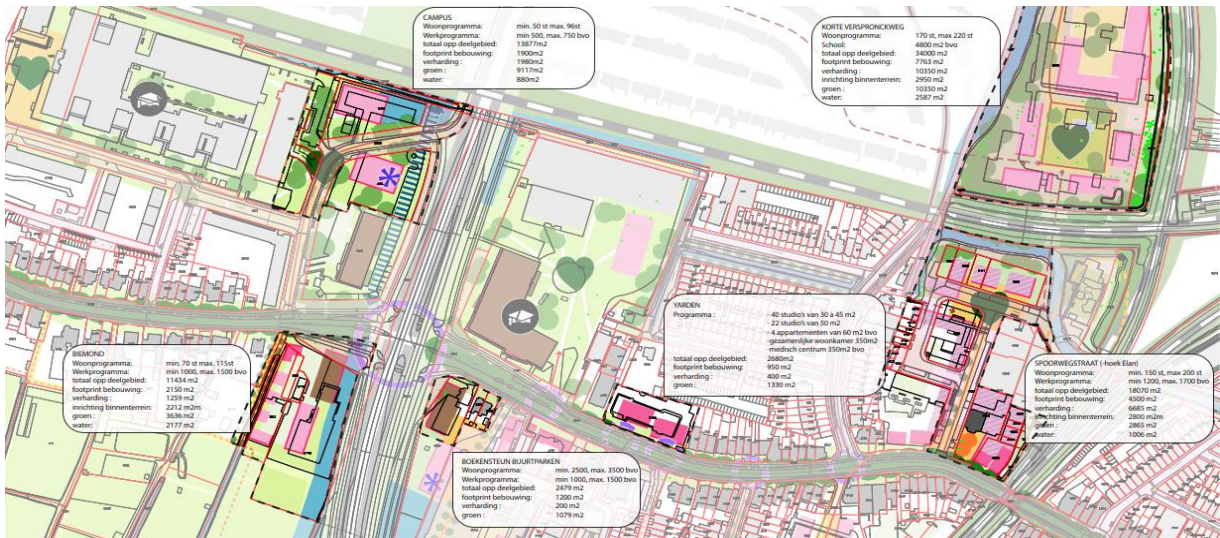
De 6 ontwikkellocaties met voorgestelde functies en totaal oppervlakte (m²) zijn:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Biemond | Werken en wonen, oppervlakte ontwikkellocatie 11434 m ² |
| 2. Buurtparken – Boekensteijn | Werken en wonen, oppervlakte ontwikkellocatie 2479 m ² |
| 3. Campus | Werken en wonen, oppervlakte ontwikkellocatie 13877 m ² |
| 4. Korte Verspronckweg | Onderwijs en wonen, oppervlakte ontwikkellocatie 34000 m ² |
| 5. Spoorwegstraat | Werken en wonen, oppervlakte ontwikkellocatie 18070 m ² |
| 6. Yarden | Werken en wonen, oppervlakte ontwikkellocatie 2680 m ² |



Figuur 5. De verschillende ontwikkellocaties van de ontwikkelzone Zijlweg-West

De kenmerken van de 6 ontwikkellocaties zijn beschreven in het masterplan ontwikkelzone Zijlweg-West. Per ontwikkellocatie is op basis van het bruto vloer oppervlakte en de functie van de gebouwen de maximale thermische energiebehoefte bepaald. Op basis van bovengenoemde uitgangspunten is de maximale warmte- & koude-vraag per deellocatie berekend in megawattuur/jaar (Mwh/jaar).



Figuur 6. Nadere uitwerking ontwikkellocaties binnen de ontwikkelzone Zijlweg-West (Masterplan)

	Gebruiksoppervlak (m2)*	Gebouwzijdige thermische energiebehoefte (Mwh / jaar)**
Biemond	8562	557
Boekensteijn Buurtparken	5000	325
Campus	6396	416
Korte Verspronckweg	20020	1301
Spoorwegstraat	15284	993
Yarden	3640	237

Tabel 1. Ordegrootte van gebouwzijdige warmte-/koude-vraag per ontwikkellocatie.

* op basis van Masterplan, exclusief parkeren & met aannahme dat gebruiksoppervlak = bruto vloeroppervlak
** thermische energiebehoefte gesteld op 65 kwh/m2 gebruiksoppervlak, zonder differentiatie op gebouwfunctie.

Uitgangspunt is dat een bodemenergiesysteem op eigen terrein wordt geplaatst en het liefst niet in de groenzone. Uit de inventarisatie van de ontwikkellocaties blijkt dat er in principe bovengronds ruimte is om een bodemenergiesysteem op de eigen kavel in een verhard terreindeel te plaatsen.

	Ontwikkellocatie oppervlak (m2)	Gebouw footprint (m2)	Verhard oppervlak (m2)
Biemond	11434	2150	1259
Boekensteijn Buurtparken	2479	1200	200
Campus	13877	1900	1980
Korte Verspronckweg	34000	7763	10350
Spoorwegstraat	17865	4500	6685
Yarden	2680	950	400

Tabel 2. Ontwikkellocatie opp, footprint gebouw en verhard oppervlak (alles in m2)

5 DEELGEBIEDEN EN DE ONDERGRONDSE THERMISCHE ENERGIEVRAAG

5.1 Vertaling gebouwzijdige energievraag voor de bodemzijdige energievraag

De in hoofdstuk 2 bepaalde gebouwzijdige thermische energievraag is op basis van kentallen te vertalen naar een ondergrondse, bodemzijdige energievraag. Daarbij is als uitgangspunt gekozen dat de energievraag wordt ingevuld door middel van een open bodemenergiesysteem. Per ontwikkellocatie is zo een indicatieve bodemzijdige energievraag bepaald.

De relatie tussen gebouwzijdige en bodemzijdige warmte-/koude-vraag is onder andere afhankelijk van de “performance” (SPF) van de bodemenergie-installatie (warmtepomp en grondwaterpompen). Voor deze inventarisatie is als uitgangspunt gekozen dat de te leveren bodemzijdige thermische energie 85% is van de noodzakelijke gebouwzijdige energie.

Vanuit doelmatigheid moet een open bodemenergiesysteem een minimale energieproductie per kubieke meter verpompt grondwater realiseren van 0,00465 Mwh/m³ per jaar. Op basis van de minimale energieproductie per m³ verpompt water en de berekende bodemzijdige energievraag is bepaald hoeveel grondwater er jaarlijks per ontwikkellocatie maximaal verpompt moet worden. Tevens is indicatief berekend hoeveel grondwater er per uur verpompt moet worden bij een bepaald aantal vollast uren voor een bodemenergiesysteem. In dit geval is berekend wat het debiet is uitgaande van 2000 vollast draaiuren. De resultaten zijn in tabel 3 opgenomen.

	Bodemzijdige Energievraag (Mwh/jaar)	Maximaal volume grond- water rondpompen (m ³ /jaar)	Debiet (m ³ /uur) bij 2000 uur vollast /jaar
Biemond	473	101731	51
Boekensteijn Buurtparken	276	59409	30
Campus	353	75995	38
Korte Verspronckweg	1106	237872	119
Spoorwegstraat	844	181600	91
Yarden	201	43249	22

Tabel 3. Indicatieve bepaling van debieten van de open bodemenergiesystemen per ontwikkellocatie

5.2 Mogelijke bodemenergiesystemen op basis van de bodemzijdige energievraag

Op basis van de in tabel 3 beschreven berekende debieten per uur kan worden geconcludeerd dat voor de ontwikkellocaties Boekenstein, Campus en Yarden, de energievraag zo beperkt is dat dit met kleine open bodemenergiesysteem (< 50 m³/uur) gerealiseerd kan worden. Gezien de beperkte debieten zijn mono-bronnen in het 1^e watervoerende pakket de meest voor de hand liggende oplossing. Voor de ontwikkellocaties Boekenstein en Yarden lijken geen ruimtelijke beperkingen aanwezig. Bij de inpassing van een monobron op de ontwikkellocatie Campus moet nog wel rekening worden gehouden met de aanwezige doubletten van Nova en Hogeschool INholland. Voor Campus kan echter ook altijd worden uitgeweken naar het diepere 2^e/3^e watervoerende pakket. Inpassing van een bodemenergiesysteem voor de ontwikkellocatie Campus is derhalve ook altijd mogelijk.

Voor de ontwikkellocatie Biemond kan met een klein doublet of een monobron in het 1 wvp de energievraag gerealiseerd worden. Vanuit het facet bodemenergie zijn er geen ruimtelijke beperkingen.

De ontwikkellocaties Korte Verspronckweg en Spoorwegstraat hebben een grotere energievraag.

Voor de Korte Verspronckweg kan met een doublet (120 m³/uur) in het 1^e of onderin het 2^e/3^e watervoerende pakket aan de energievraag worden voldaan. Ook is de optie om met 2 mono-bronnen aan de thermische energievraag van de ontwikkellocatie te voldoen. Vanuit het facet bodemenergie zijn er geen ruimtelijke beperkingen.

Ook voor de Spoorwegstraat kan de energievraag door een doublet in het 1^e of onderin het 2^e/3^e watervoerende pakket gerealiseerd worden. Ook hier is er de optie om, afhankelijk van de bovengrondse ontwikkeling, met 2 mono-bronnen aan de thermische energievraag van de ontwikkellocatie te voldoen. Vanuit het facet bodemenergie zijn er geen ruimtelijke beperkingen.

Tot slot wordt opgemerkt dat in deze inventarisatie niet bepaald is waar de systemen exact moeten worden aangelegd. Ook is niet geïnventariseerd of op de ontwikkellocaties er belemmeringen in de ondergrond zijn vanuit archeologisch oogpunt of vanuit aanwezige kabel en leidingtracés. Algemene conclusie is dat er meer dan voldoende ruimte is om systemen aan te leggen. Vroegtijdige ordening van type of diepte van bodemenergie-systemen is voor deze ontwikkelzone niet noodzakelijk

6 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De toekomstige nieuwbouw in de ontwikkelzone Zijlweg-West kan op basis van de uitgevoerde inventarisatie volledig worden verwarmd en gekoeld door open bodemenergiesystemen. De ondergrond heeft ruim voldoende potentie om aan de thermische energievraag te voldoen. Er is geen noodzaak om voor deze ontwikkelzone ordeningsregels voor bodemenergie op te nemen. Het is niet noodzakelijk dit gebied aan te wijzen als “interferentiegebied bodemenergie”.