

Tilburg Zuid

Bodem en belangen open bodemenergiesysteem





Datum 28 september 2020

Referentie 70203/LH/20200928

Betreft Bodem en belangen open bodemenergiesysteem

Behandeld door Daan den Hartog

Gecontroleerd door Femke van Aken

Versienummer 02

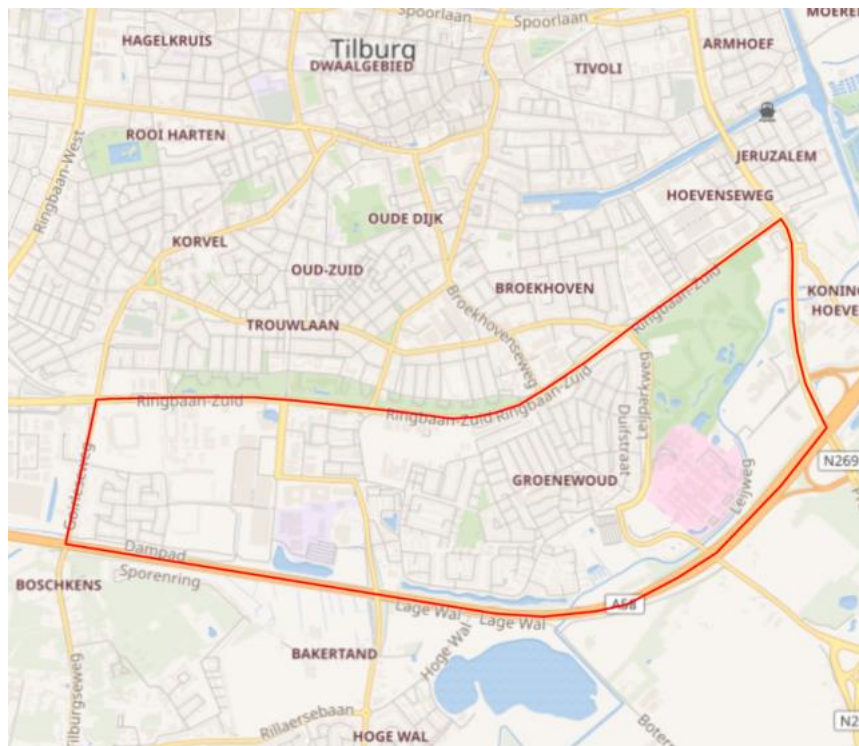
INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	4
2	Geohydrologisch vooronderzoek	5
2.1	Bodemopbouw	5
2.2	Technische en juridische aspecten	5
3	Broncapaciteit en indelingsopties	12
3.1	Opslagpakket	12
3.2	Bronconfiguratie	12
4	Inschatting doubletten	14

1 Inleiding

De gemeente Tilburg heeft de ambitie om in 2045 klimaatneutraal en klimaatbestendig te zijn. In Tilburg Zuid (zie Figuur 1.1) zijn er in dat kader veel ontwikkelingen en kansen in de gebouwde omgeving. Er liggen kansen voor aquathermie uit plassen in het gebied, restwarmte van de ijsbaan en supermarkten, riothermie en asfaltwarmte.

Bodemenergiesystemen binnen het projectgebied kunnen dienen als opslag voor de energie uit verschillende warmtebronnen. In dit onderzoek zijn de bodemtechnische en juridische kaders van een open bodemenergiesysteem in beeld gebracht. Daarnaast is een eerste inschatting gemaakt van de haalbare debieten in de ondergrond en zijn indelingsopties voor bronnen nader toegelicht.



Figuur 1.1 | Projectgebied Tilburg Zuid

2 Geohydrologisch vooronderzoek

2.1 BODEMOPBOUW

De bodemopbouw in Tilburg Zuid is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINoloket;
- Boorbeschrijvingen van omliggende bodemenergiesystemen.

De verwachte bodemopbouw op de locatie is weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 | Bodemopbouw

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologie
0 - 44	matig fijn tot uiterst grof zand, lokaal kleiig	1 ^e watervoerende pakket
44 - 52	klei en fijn zand	1 ^e scheidende laag
52 - 85	matig fijn tot matig grof zand met kleibijmenging en kleilagen	2 ^e watervoerende pakket
> 85	klei en fijn zand	hydrologische basis

* het maaiveld bevindt zich op circa 12 - 16 m+NAP, gemiddelde aanname is 14 m+NAP

Bodemgeschiktheid

De bodem is geschematiseerd in twee watervoerende pakketten. Vanuit het provinciale beleid mogen bodemlagen dieper dan 80 m-mv niet worden gebruikt voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem. Daarom is de bodemopbouw dieper dan 80 m-mv buiten beschouwing gelaten. Beide pakketten zijn op voorhand vanuit technisch en juridisch oogpunt geschikt voor open bodemenergiesystemen.

2.2 TECHNISCHE EN JURIDISCHE ASPECTEN

In Tabel 2.2 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de werking van een open bodemenergiesysteem in het eerste watervoerende pakket en in het tweede watervoerende pakket. In en onder de tabel zijn de aandachtspunten, risico's of belemmeringen nader toegelicht.

Tabel 2.2 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem in het 1^e en het 2^e watervoerende pakket

onderwerp	1 ^e	2 ^e	toelichting
bodemopbouw			
doorlaatvermogen	✓	⚠	1 2 ^e : zeer heterogeen opslagpakket
dikte pakket	✓	⚠	1 1 ^e : zie punt 3, redox 2 ^e : mogelijk beperkt filtertraject
grondwater			
grondwaterstand/stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket	✓	✓	11,6 m+NAP (11,3 - 12,0 m+NAP) (bron: peilbuis B50F0194)
stijghoogte 2 ^e watervoerend pakket	✓	✓	9 m+NAP (bron: isohypsen REGIS)
artesisch grondwater	✓	✓	niet aanwezig
grondwaterstroming	✓	✓	1 ^e : 15 m/jaar in noordnoordoostelijke richting 2 ^e : 15 m/jaar in noordnoordwestelijke richting
zoet-/brak-/zout-overgangen	✓	✓	zoet-/brakgrensvlak: circa 300 m-mv, brak-/zoutgrensvlak: > 300 m-mv, geen beïnvloeding verwacht
gas	⚠	✓	2 1 ^e : kans op verhoogde gasdruk
deeltjes	✓	✓	1 ^e : geen verhoogd risico op deeltjes 2 ^e : geen verhoogd risico op deeltjes indien bronfilter in grove niet-kleiige zandlagen wordt gerealiseerd
redox	⚠	✓	3 1 ^e : mogelijke redoxovergang aanwezig
temperatuur opslagpakket	✓	✓	12 °C
belangen			
bodemenergieplan of interferentiegebied	✓	✓	niet gelegen in bodemenergieplan of interferentiegebied
grondwateronttrekkingen	✓	✓	enkele grondwateronttrekkingen in projectgebied, geen belemmering
open bodemenergiesystemen	⚠	⚠	4 diverse open bodemenergiesystemen in de omgeving
gesloten bodemenergiesystemen	⚠	⚠	5 diverse gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving
zettingen	✓	✓	noemenswaardige zetting wordt niet verwacht
grondwaterbescherming	✓	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een waterwingebied
natuurbelangen	⚠	⚠	6 beschermde natuur aanwezig in en nabij projectgebied
archeologie	⚠	⚠	7 verwachtingsgebied archeologische waarden aanwezig in projectgebied, geen belemmering
aardkundig waardevol gebied	✓	✓	niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
verontreinigingen	⚠	⚠	8 verontreinigingen bekend nabij het projectgebied, gelegen in gebiedsgericht grondwaterbeheerplan
waterkering	✓	✓	geen waterkering aanwezig binnen circa 1.000 m
spoor	✓	✓	geen spoor aanwezig binnen circa 1.000 m
begraafplaats	✓	✓	begraafplaatsen aanwezig ten noorden van projectlocatie, geen belemmering wegens geringe invloed grondwaterstand
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering			

1. Doorlaatvermogen en dikte pakket

Het tweede watervoerende pakket is zeer heterogeen, bestaande uit een afwisseling van fijn tot grof zand met kleibijmenging en kleilagen. Bij het ontwerp van de bronnen moet rekening gehouden worden met een mogelijk beperkt filtertraject in het tweede watervoerende pakket. Hierdoor kunnen debieten vergelijkbaar met de reeds aanwezige systemen soms niet behaald worden. Bij systemen met een hoger debiet dan 35 m³/uur per doublet wordt geadviseerd eerst een proefboring uit te voeren. Onbekend is of alle omliggende systemen, met vergunde debieten tot 70 m³/uur, de gewenste debieten halen.

2. Gas

Op basis van een uitgevoerde chemische analyse van het grondwater bij bodemenergieprojecten in Tilburg (Luchtstraat en Kunstcluster) is een relatief hoge gasdruk (respectievelijk 2,2 en 2,6 atmosfeer) aangetroffen in het eerste watervoerend pakket. Met deze verhoogde gasdruk dient rekening gehouden te worden in de ontwerpfase. Wanneer het systeem onder onvoldoende druk staat kan ontgassing plaatsvinden. De hierbij vrijgekomen gassen kunnen verstopping van grondwaterbronnen veroorzaken. Ter voorkoming hiervan dient de pomp voldoende diep geplaatst te worden, zodat het systeem onder voldoende druk gehouden wordt en ontgassing voorkomen wordt.

3. Redox

Wanneer een bodemenergiesysteem grondwater met verschillende samenstellingen aantrekt dan kan de menging van ijzerhoudend (gereduceerd) en zuurstof- en nitraathoudend (oxisch) grondwater leiden tot ijzerneerslag. Deze ijzerneerslag leidt tot verstopping van de bronnen.

Het grondwater in het eerste watervoerend pakket is voor het overgrote deel ijzerhoudend. Een eventueel risico op bronverstopping door het aantrekken van grondwater met verschillende samenstellingen hangt samen met de kans dat in het bovenste deel van het eerste watervoerende pakket nog zuurstof- en nitraathoudend (oxisch) grondwater aanwezig is. Doordat in Tilburg Zuid sprake is van een relatief diepe grondwaterstand en een slecht ontwikkelde deklaag, is de aanwezigheid van zuurstof- en nitraathoudend grondwater in het bovenste deel van het eerste watervoerende pakket niet uit te sluiten.

Bij het bodemenergieproject Stappegoor is een kleurovergang aanwezig op circa 12-15 m-mv. Bij het project Fontys Stappegoor lijkt de kleurovergang ook aanwezig op circa 12 m-mv. Beide project liggen binnen het projectgebied Tilburg Zuid. Een kleurovergang kan een indicatie zijn van een waterkwaliteitsovergang en daarmee een redoxgrens. Bij de uitgevoerde boringen bij systemen in en rond Tilburg Zuid is een dunne stoorlaag van grof zand met kleiige bijmenging van één à twee meter dikte teruggevonden tussen 16 en 20 m-mv. Of deze stoorlaag overal aanwezig is en zorgt voor voldoende afscheiding tussen de redoxgrens en het dieper gelegen gedeelte van het eerste watervoerende pakket is onzeker.

Om het risico op het aantrekken van de redoxgrens zo veel mogelijk te minimaliseren wordt aangeraden om gebruik te maken van het onderste deel van het eerste watervoerende pakket of het tweede watervoerende pakket en worden de bronfilters bij voorkeur geplaatst onder één of meerdere stoorlaagjes. Hierdoor wordt het mogelijke filtertraject wel beperkt.

4. Open bodemenergiesystemen

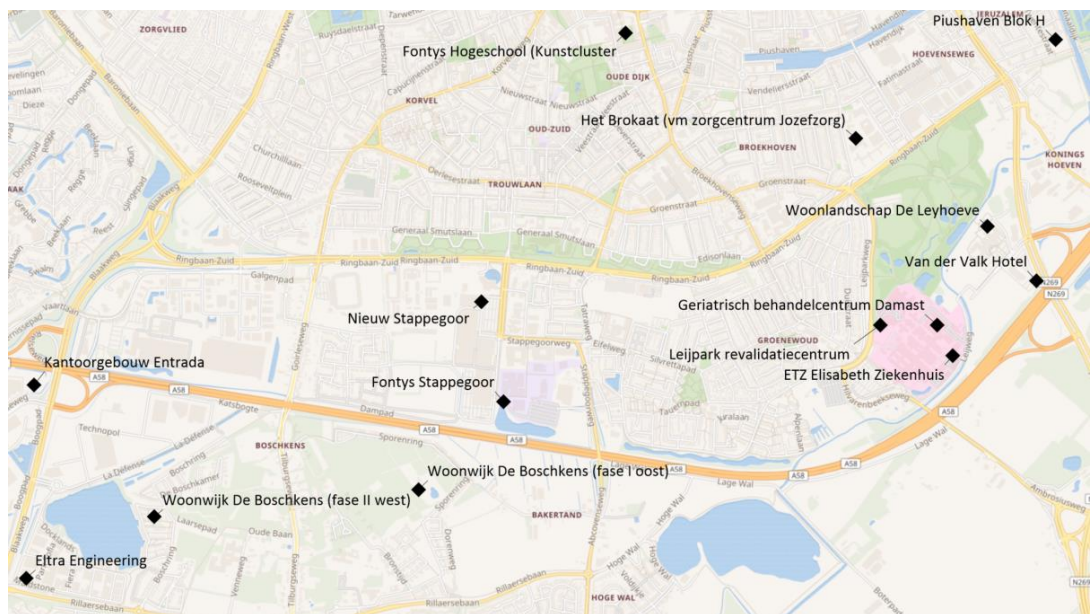
Bij de Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant is een overzicht opgevraagd van open bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie. Uit het overzicht van de Omgevingsdienst Zuidoost-

Brabant (e-mail, d.d. 1 september 2020) blijkt dat rond en binnen het projectgebied van Tilburg Zuid veertien open bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze systemen zijn in Tabel 2.3 weergegeven.

Tabel 2.3 | Open bodemenergiesystemen in de omgeving van het projectgebied Tilburg Zuid

bedrijfsnaam	afstand en richting t.o.v. project	# dou- bletten	debiet [m ³ /uur]	vergunde water- hoeveelheid [m ³ /jaar]	watervoerend pakket
Nieuw Stappegoor	binnen projectgebied	1	70	650.000	onbekend
Fontys Stappegoor	binnen projectgebied	1	40	120.800	1
ETZ Elisabeth Ziekenhuis	binnen projectgebied	5	375	1.447.500	2
Leijpark revalidatiecentrum	binnen projectgebied	1	30	160.600	2
Geriatrisch behandelcentrum Damast	binnen projectgebied	1	15	75.000	Onbekend
Van der Valk Hotel	binnen projectgebied	1	35	164.000	1
Woonlandschap de Leyhoeve	binnen projectgebied	5	350	1.410.000	1
Het Brokaat	200 m ten N	onb.	onbekend	onbekend	Onbekend
Piushaven Blok H	300 m ten NO	1	30	90.600	Onbekend
Woonwijk De Boschkens (fase 1)	300 m ten Z	3	201	840.000	2
Woonwijk De Boschkens (fase 2)	800 m ten ZW	5	350	1.464.000	2
Kantoorgebouw Entrada	1.100 m ten W	1	50	200.000	Onbekend
Fontys Hogeschool	1.100 m ten N	2	75	350.000	1
Eltra Engineering	1.500 m ten ZW	1	8	72.600	1

Bij de inpassing van de eventuele bronnen dient rekening gehouden te worden met de reeds aanwezige systemen.



Figuur 2.1 | Open bodemenergiesystemen in en rond Tilburg Zuid

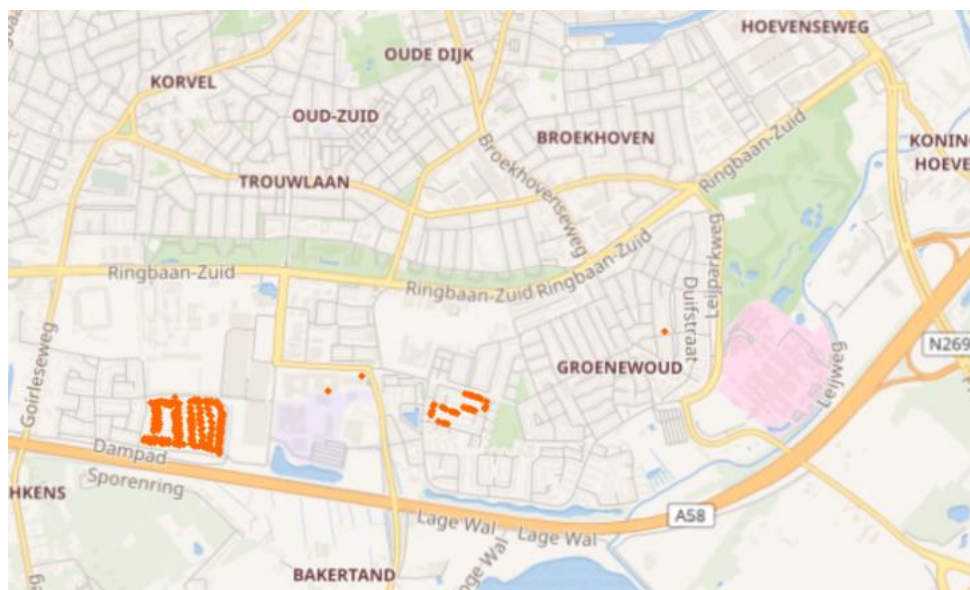
5. Gesloten bodemenergiesystemen

Uit het overzicht van Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant (e-mail, d.d. 17 september 2020) blijkt dat binnen het projectgebied Tilburg Zuid 254 gesloten bodemenergiesystemen aanwezig of beoogd zijn. Deze systemen zijn in Figuur 2.2 weergegeven. In Tabel 2.4 is een overzicht weergegeven van de straatnamen waaraan verschillende gesloten bodemenergiesystemen gelegen zijn.

Tabel 2.4 | Gesloten bodemenergiesystemen aanwezig of beoogd binnen Tilburg Zuid

locatiennaam	aantal systemen	minimale diepte [m-mv]	maximale diepte [m-mv]
Arendlaan	1	135	135
Bernard Leenestraat	17	100	130
Dolomietenweide	38	125	155
Francois Brandthof	28	130	150
Kea Boumanstraat	24	120	150
Lien Gisolfstraat	39	120	150
ROC Stappendorp	2	120	150
Roelof Kleinhof	39	120	150
Willy van den Oudenstraat	66	120	180

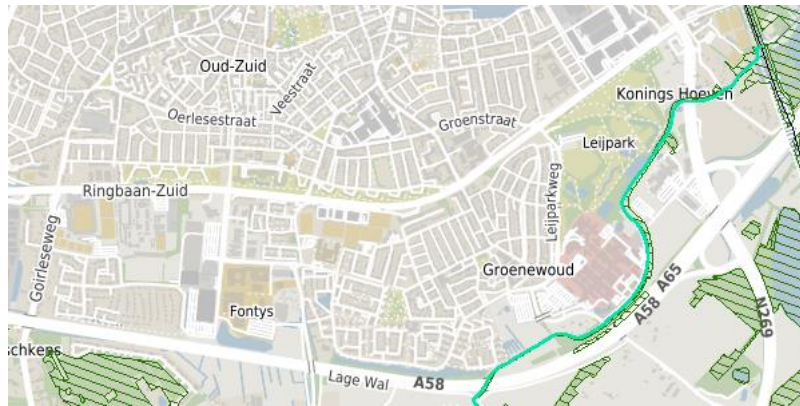
Bij de inpassing van de eventuele bronnen dient rekening gehouden te worden met de reeds aanwezige gesloten bodemenergiesystemen. Deze mogen niet negatief worden beïnvloed.



Figuur 2.2 | Gesloten systemen binnen Tilburg Zuid

6. Natuurbelangen

In het projectgebied Tilburg Zuid zijn gebieden van Natuur Netwerk Brabant en Beschermde Gebieden Waterhuishouding aanwezig bij De Leij (zie Figuur 2.3). Deze mogen niet negatief beïnvloed worden door grondwaterstandsveranderingen of boorwerkzaamheden. Bij de inpassing van de eventuele bronnen dient rekening gehouden te worden met de aanwezige natuurbelangen.



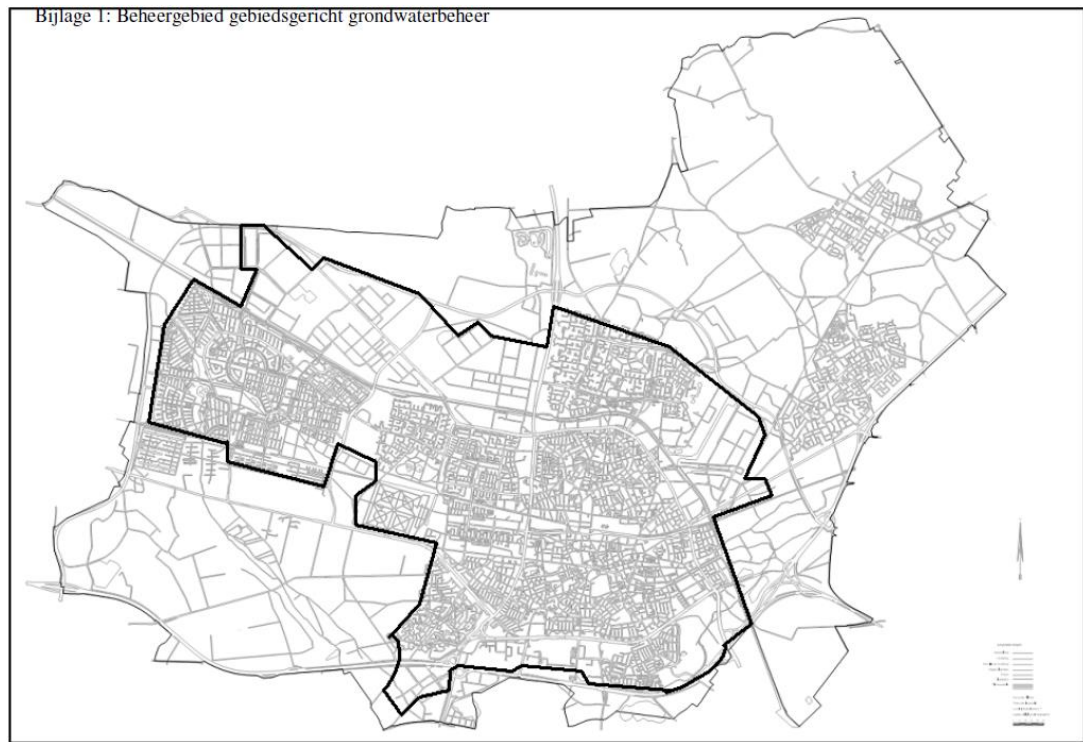
Figuur 2.3 | Aanwezige natuurbelangen in en rond Tilburg Zuid

7. Archeologie

Binnen Tilburg Zuid zijn enkele gebieden aangewezen als verwachtingsgebied archeologische waarden. Bij bouwwerkzaamheden die een groter oppervlak beslaan dan 100 m² en graafwerkzaamheden dieper dan 0,6 m bevat, moet aangetoond worden dat archeologische waarden niet worden aangetast. Mogelijk moeten er aanvullende maatregelen getroffen worden om aantasting van de archeologische waarden te voorkomen.

8. Verontreinigingen

Binnen de gemeente Tilburg zijn veel locaties met grootschalige grond- en grondwaterverontreinigingen gelegen. De slechte kwaliteit van de bodem en het grondwater in Tilburg heeft in het verleden voor veel beperkingen gezorgd in het gebruik van de ondergrond voor onder andere bouwputbemalingen en open bodemenergiesystemen. De gemeente Tilburg heeft daarom in 2013 besloten om gebiedsgericht grondwaterbeheer toe te passen (Raadsvoorstel Visie Gebiedsgericht Grondwaterbeheer, d.d. 18 maart 2013). Het door de gemeente vastgestelde beheergebied is weergegeven in Figuur 2.4.



Figuur 2.4 | Beheergebied gebiedsgericht grondwaterbeheer Tilburg (bron: Raadsvoorstel Gebiedsgericht grondwaterbeheer Tilburg, datum collegebesluit: 130312-15-RUI)

Het projectgebied Tilburg Zuid ligt in de zone “beheergebieden onverdacht”. Dit betreft de gebieden waarin zich geen (potentiële) grootschalige grondwaterverontreiniging bevinden. In onverdachte deelgebieden geldt geen afstemming met de gebiedsbeheerder voor activiteiten in de ondergrond voor bodemverontreiniging.

Bij het boren van bronnen voor een open bodemenergiesysteem dient de booraannemer zich te houden aan de BRL SIKB 2100 met bijbehorende Protocol 2101 Mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen en welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten worden. Dit om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren te voorkomen en veiligheidsrisico's te vermijden.

3 Broncapaciteit en indelingsopties

3.1 OPSLAGPAKKET

De ondergrond in Tilburg Zuid is zeer heterogeen. Voor open bodemenergiesystemen wordt uitgegaan van de bronfilters in het eerste watervoerende pakket tussen circa 25 - 45 m-mv en/of bronfilters in het tweede watervoerende pakket tussen circa 55 en 80 m-mv. Om het haalbare debiet te bepalen is gekeken naar doubletten. De toepassing van monobronnen is niet wenselijk, doordat de maximale capaciteit van de bodem daarmee niet kan worden gebruikt. Om thermische interactie tussen de bronfilters van een monobron te voorkomen, dient voldoende verticale afstand tussen de filters te worden gehanteerd. Hierdoor zal slechts een beperkt deel van de beschikbare diepte van het opslagpakket nuttig gebruikt worden.

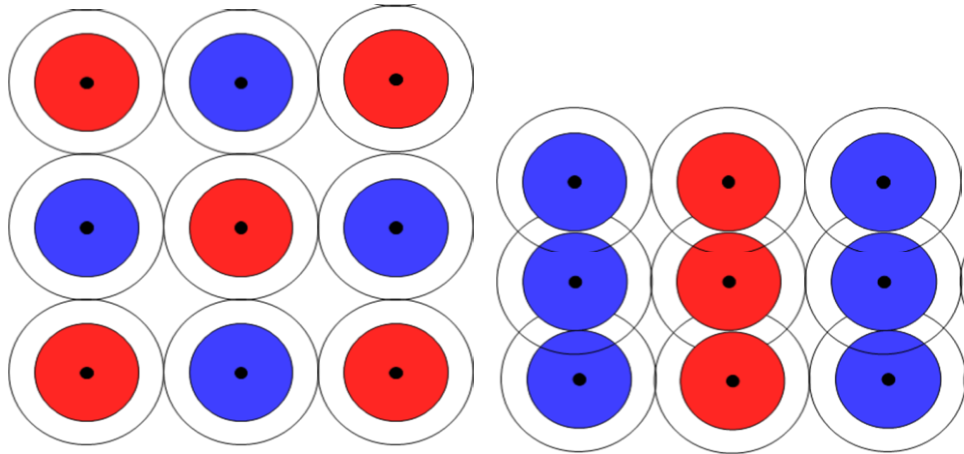
Op basis van de gerealiseerde bodemenergiesysteem is de verwachting dat gemiddeld 12,5 tot 15 m filter geplaatst kan worden. Dit geldt voor zowel het eerste als het tweede watervoerende pakket. Dit is echter zeer variabel in Tilburg Zuid. Doordat er een verhoogd risico is op putverstopping door redoxreacties, is aangenomen dat het eerste watervoerende pakket slechts beperkt geschikt is voor een open bodemenergiesysteem.

Bij een aantal omliggende systemen bedraagt het maximaal vergunde debiet 70 m³/uur/doublet. Bij eerdere ervaringen in Tilburg Zuid bleek het te behalen debiet echter veel lager te zijn (ca. 35 m³/uur). Reden hiervoor is de heterogeniteit van de ondergrond en daarmee het beperkte filtertraject. Gezien de onzekerheid in de ondergrond kan uitgegaan worden van een maximaal debiet van 35 m³/uur. Voor doubletsystemen met hogere debieten wordt geadviseerd proefboringen en capaciteitstesten uit te voeren.

Uitgaande van een debiet van circa 35 m³/uur per doublet heeft het totale gebied de potentie om jaarlijks 700.000 tot 1.200.000 GJ aan warmte en koude te leveren uit bodemenergie. Wat het daadwerkelijke potentieel is, wordt bepaald door verschillende variabelen. Hierin hebben het inpassingspatroon, de behaalde filterlengtes, het aantal vollaasturen en de reeds aanwezige open en gesloten bodemenergiesystemen een belangrijke invloed.

3.2 BRONCONFIGURATIE

Thermisch gezien is het gunstig om alle koude bronnen te clusteren en alle warme bronnen te clusteren. Het gevolg hiervan is echter dat onaanvaardbare hydrologische effecten en zettingen kunnen optreden, omdat de effecten van de gezamenlijke bronnen elkaar zullen versterken. Om de hydrologische effecten te beperken bestaan globaal twee mogelijke ordeningspatronen: een dambordpatroon en een strokenpatroon (zie Figuur 3.1).



Figuur 3.1 | Dambordpatroon (links) en strokenpatroon (rechts).

Dambordpatroon

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

Strokenpatroon

Een strokenpatroon bestaat uit een afwisseling van koude en warme stroken met een vaste onderlinge afstand. Ook bij een strokenpatroon treedt demping van de hydrologische effecten op, maar minder sterk dan bij een dambordpatroon. Het voordeel bij een strokenpatroon is dat de opslagcapaciteit van de ondergrond efficiënter gebruikt wordt door een hogere dichtheid aan bronnen dan bij een dambordpatroon, waarbij de onderliggende afstand groter moet zijn. Vanwege de diepere ligging van het tweede watervoerende pakket en daarmee de beperkte effecten naar maaiveld wordt geadviseerd gebruik te maken van een strokenpatroon om het maximale potentieel van de bodem te ontsluiten. Bij grootschalig gebruik van het eerste watervoerende pakket dient onderzocht te worden of een strokenpatroon haalbaar is of dat een dambordpatroon aangehouden moet worden.

4 Inschatting doubletten

Voor twee potentiële projectgebieden is een inschatting gemaakt van de energiebehoefte. Deze is vervolgens gekoppeld aan de bijbehorende uitgangspunten van een bodemenergiesysteem. De twee projectlocaties zijn de Vogeltjesbuurt en de Willem II Kazerne (zie Figuur 4.1).



Figuur 4.1 | Locatie de Willem II Kazerne (west) en de Vogeltjesbuurt (oost)

Voor beide projectlocaties zijn in Tabel 4.1 de energetische uitgangspunten en het benodigde aantal doubletten weergegeven. Voor de inschatting van de energielevering van het bodemenergiesysteem is van enkele aannames uitgegaan. Zo is er geen sprake van gelijktijdigheid tussen de geleverde warmte/koude en de vraag. Alle geleverde warmte/koude (bijvoorbeeld restwarmte van de ijsbaan) wordt dus opgeslagen in het bodemenergiesysteem, terwijl deze mogelijk ook op dat moment nuttig gebruikt kan worden. Dit leidt tot een zekere overdimensionering van het bodemenergiesysteem. De daadwerkelijke inpassing van de doubletten en de benodigde bronafstanden vallen buiten de scope van dit onderzoek.

Tabel 4.1 | Uitgangspunten per projectlocatie

	eenheid	Vogeltjesbuurt	Willem II Kazerne
energiehoeveelheid	[GJ]	20.900	39.200
vollasturen	[uur]	2.000	2.000
debiet	[m³/uur]	35	35
aantal doubletten	[-]	14	20

IF Technology **Creating energy**



Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

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

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

IF Technology **Creating energy**