

Parkwachter Tilburg

Bijlage aanvraag milieubelastende activiteit vergunning

Referentie: 25017
Datum: 10 augustus 2026

Adviseur
diipadvies BV
Larixhof 17
6951MR Dieren
contactpersoon

■■■■■■■■■■

06-■■■■■■■■■■
■■■■■■■■■■@diipadvies.nl

www.diipadvies.nl

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	4
1.1.	Aanleiding	4
1.2.	Soort activiteit.....	4
1.3.	Participatiebeginsel	4
1.4.	Planning.....	4
1.5.	Motivering van de activiteit	4
2.	Plaats van de activiteit	5
2.1.	Locatiebeschrijving	5
2.2.	Bodemopbouw	6
2.3.	Overzichtstabel locatiekenmerken	7
2.4.	Interferentiegebied	7
2.5.	Bodemenergiesystemen	9
2.6.	Verontreinigingen.....	9
2.7.	Infrastructuur.....	12
3.	Kenmerken van de activiteit	13
3.1.	Principe bodemenergiesysteem	13
3.2.	Aard en omvang van de activiteit	13
3.3.	Bronlocaties in relatie tot de verontreiniging	14
3.4.	Aanleg en onderhoud.....	16
4.	Effecten op het milieu	17
4.1.	Inleiding.....	17
4.2.	Energiebesparing en emissiereductie	17
4.3.	Hydrologische effecten	17
4.4.	Hydrothermische effecten	17
4.5.	Zettingen	17
4.6.	Geluid	18
4.7.	Invloed op de waterkwaliteit	18
4.8.	Invloed op andere grondwatergebruikers	18
4.9.	Invloed op natuur en landbouw	18
4.10.	Invloed op archeologie	18
4.11.	Invloed op gebouwen en infrastructuur	18
4.12.	Invloed op verontreinigingen.....	18
4.13.	Lozingswater	19
4.14.	Cumulatie van effecten	19

4.15. Conclusie	19
Bijlagen	20
Bijlage 1: Geohydrologische effecten	21
Bijlage 2: Hydrothermische effecten	28
Bijlage 3: Zettingen	32

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

In Tilburg wordt de Parkwachter gebouwd. Voor de klimatisering van de appartementen wordt gedacht aan een open bodemenergiesysteem.

Milieubelastende activiteit vergunning

Voor het exploiteren van een bodemenergiesysteem is een milieubelastende activiteit vergunning benodigd in het kader van de Omgevingswet. Voor u ligt de effectenstudie voor het open bodemenergiesysteem. Deze studie dient als bijlage bij de vergunningaanvraag. In deze studie worden de effecten van het bodemenergiesysteem op de omgeving gekwantificeerd.

1.2. Soort activiteit

Voor het project wordt een bodemenergiesysteem met een doublet gerealiseerd. De bronnen en de bijbehorende energiecentrale voorzien de gebouwen van duurzame energie. Met de bronnen wordt grondwater onttrokken en geretourneerd in hetzelfde watervoerende pakket.

1.3. Participatiebeginsel

Er heeft geen afstemming plaats gevonden met de exploitanten van omliggende bodemenergiesystemen.

1.4. Planning

Het bodemenergiesysteem wordt na vergunningverlening gerealiseerd en in bedrijf genomen. De duur van de activiteit is permanent.

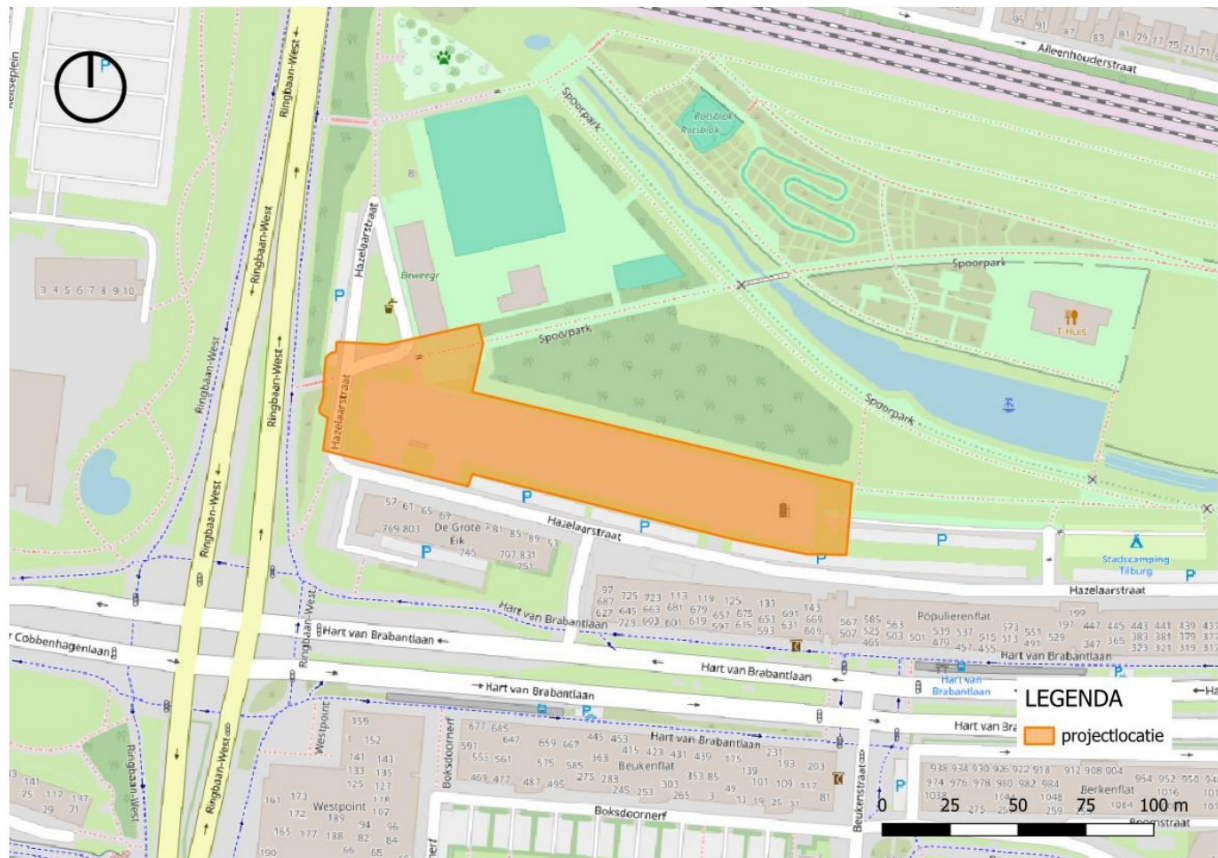
1.5. Motivering van de activiteit

Het doel van de activiteit is het duurzaam koelen en verwarmen van de gebouwen. Door het toepassen van duurzame energie wordt het verbruik van gas en elektriciteit verminderd waardoor CO₂-uitstoot wordt gereduceerd (zie 4.2). Open bodemenergiesystemen in combinatie met warmtepompen en vrije koeling is voor dit project de meest interessante vorm van duurzame energie. Andere vormen van (duurzame) energie zijn voor dit project minder interessant vanwege hogere investeringskosten, praktische bezwaren en geringere energiebesparing.

2. Plaats van de activiteit

2.1. Locatiebeschrijving

In Tilburg wordt de Parkwachter gebouwd. Een markante woontoren met 138 appartementen en een plint met ruimte voor zorg, sport en ontmoetingen. Voor de klimatisering van de woningen en gebouwen wordt een open bodemenergiesysteem voorzien. De projectlocatie is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: projectlocatie

2.2. Bodemopbouw

Elke locatie heeft zijn unieke kenmerken. De bodem en het grondwater hebben hun eigen specifieke eigenschappen. Bovendien kunnen verschillende belanghebbenden in de omgeving van de locatie aanwezig zijn. In onderstaande paragrafen worden de kenmerken van de locatie beschreven.

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

- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS)
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond uit DINOLoket
- Boorbeschrijvingen van het bodemenergiesysteem Van Spaendonck

In tabel 1 is de bodemopbouw geschematiseerd weergegeven.

Tabel 1: gehanteerde bodemopbouw

diepte (m-mv)	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen [m ² /d] of weerstand [d]
0 - 9	fijn zand, klei en leem	deklaag	120 m ² /d; 100 d
9 - 55	matig fijn tot grof zand	1 ^e watervoerende pakket	1.150 m ² /d
55 - 80	leem, klei en fijn tot grof zand	1 ^e scheidende laag	2.500 d

2.3. Overzichtstabel locatiekenmerken

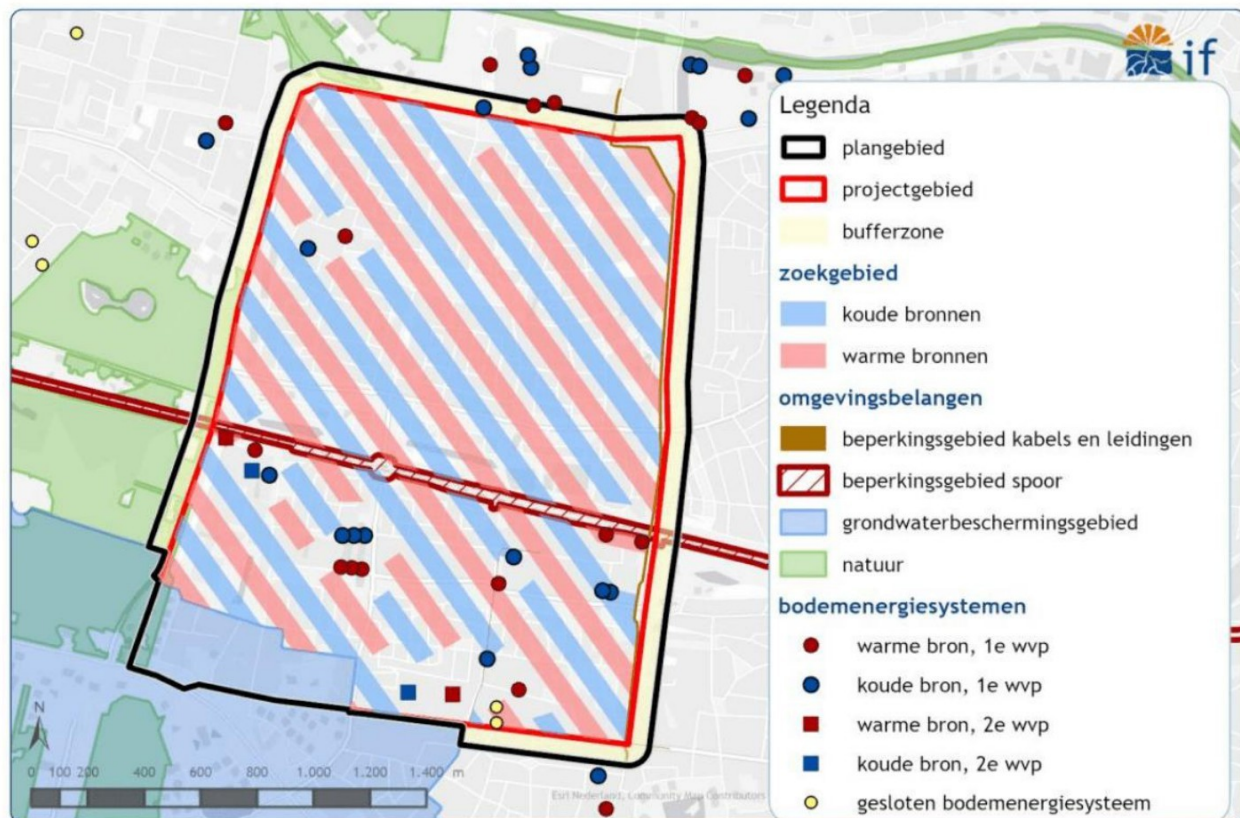
In tabel 2 zijn de locatiekenmerken beschreven.

Tabel 2: locatiekenmerken

kenmerk		toelichting
grondwater		
maaiveldhoogte	✓	maaiveldhoogte circa +15 m NAP (bron: AHN4)
grondwaterstand	✓	+11,8 m NAP (bron: grondwatertools.nl peilbuis B50F0653)
stijghoogte	✓	1 ^e watervoerende pakket: +11,1 m NAP (bron: grondwatertools.nl peilbuis B50F0509)
grondwaterstroming	✓	1 ^e watervoerende pakket: circa 15 m/jaar noordelijk
zoet/brak/zout-overgangen	✓	zoet-/brak > -200 m NAP, brak/zout > -200 m NAP
gas	✓	geen afwijkende gasdruk verwacht
redox	✓	geen redox verwacht in het 1 ^e watervoerende pakket
grondwatertemperatuur	✓	11 °C in het 1 ^e watervoerende pakket
juridische kader		
interferentiegebied	!	2.4 niet gelegen in een bodemenergieplan, maar koude bronnen liggen in de bufferzone van Bodemenergieplan Kenniskwartier
grondwatergebruikers	!	2.5 in een straal van 500 m van de projectlocatie zijn andere bodemenergiesystemen aanwezig
gesloten bodemenergiesystemen	✓	geen gesloten bodemenergiesystemen aanwezig in een straal van 500 m
grondwaterbescherming	✓	geen grondwaterbeschermingsgebieden aanwezig in een straal van 500 m
verontreinigingen	!	2.6 verontreinigingen aanwezig binnen 500 m
archeologie/aardkundig waardevol gebied	✓	niet gelegen in een gebied met hoge archeologische verwachting
natuur	✓	binnen 500 m van de locatie zijn geen Natura2000 gebieden aanwezig
infrastructuur	!	2.7 aanwezig binnen 500 m
waterkeringen	✓	niet aanwezig

2.4. Interferentiegebied

De projectlocatie bevindt zich niet in een bodemenergieplan. De projectlocatie grenst echter aan het plangebied van het [Bodemenergieplan Kenniskwartier](#). Onderdeel van dit bodemenergieplan is een bufferzone rondom het plangebied (zie figuur 2).



Figuur 2: Plankaart Bodemenergieplan Kenniskwartier

Ten aanzien van bodemenergiesystemen in de bufferzone is een specifieke regel opgenomen in het bodemenergieplan:

Nieuwe open bodemenergiesystemen in de bufferzone moeten aansluiten op het strokenpatroon uit het bodemenergieplan. Aangetoond moet worden dat een nieuw open bodemenergiesysteem geen nadelige invloed heeft op aanwezige bodemenergiesystemen binnen de vastgestelde zones in het projectgebied. (Als er nog geen bestaande systemen binnen het plan zitten binnen de invloedssfeer van het beoogde systeem, geldt het volgende: Uitgangspunt is hierbij dat op het dichtstbijzijnde punt op de rode lijn een mogelijk toekomstig systeem wordt gerealiseerd met een maximaal debiet en gemiddeld aantal vollasturen. Indien er bestaande systemen binnen de invloedssfeer al aanwezig zijn, geldt de reguliere aanpak.)

Door de koude bronnen in de bufferzone te positioneren wordt verwacht dat voldaan wordt aan bovenstaande regel. In de bijlage 1 en 2 is de invloed op de bodemenergiesystemen van Theresialyceum en Van Spaendonck inzichtelijk gemaakt.

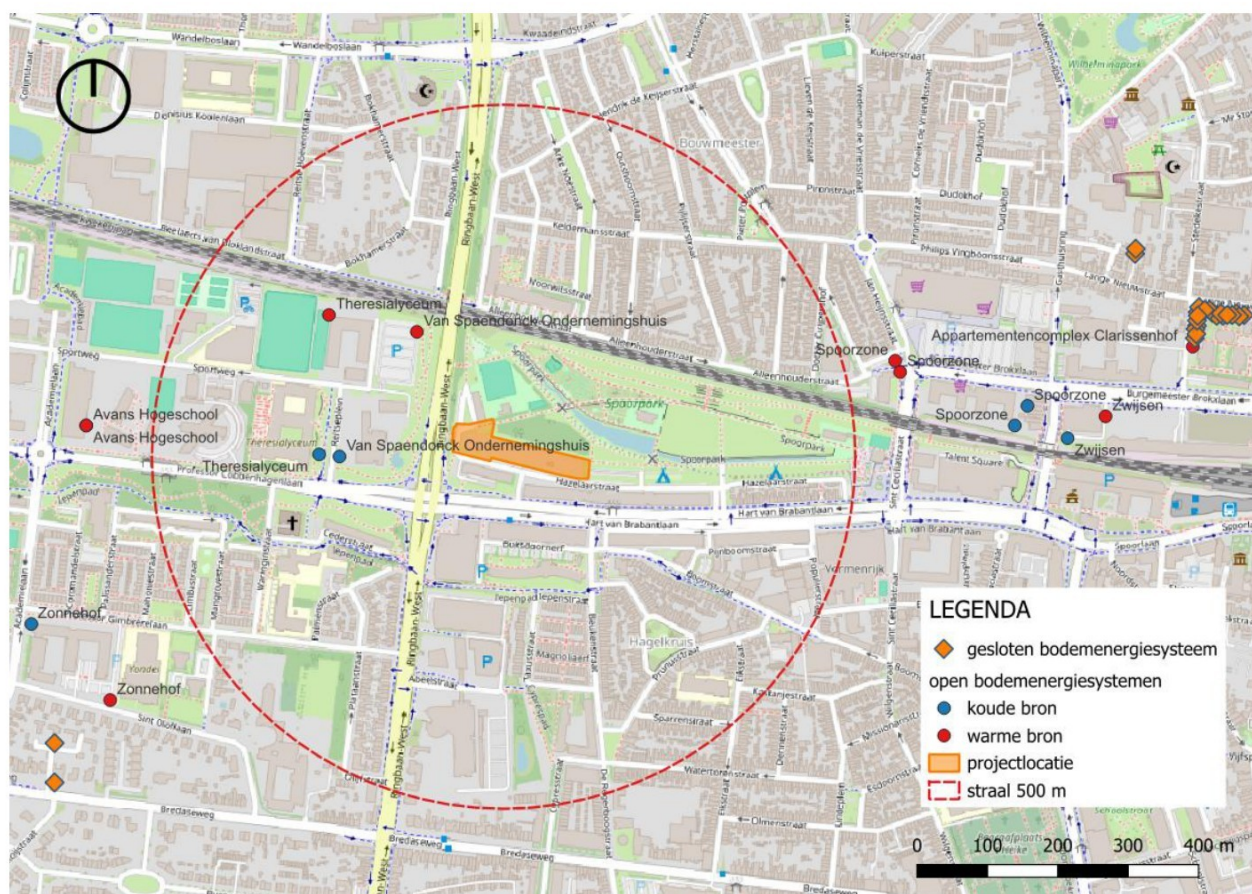
2.5. Bodemenergiesystemen

In de omgeving (< 500 m) zijn open bodemenergiesystemen (figuur 3 en tabel 3) aanwezig.

Tabel 3: open bodemenergiesystemen binnen 500 m

grondwatergebruikers	vergund debiet [m ³ /uur]	vergunde waterhoeveelheid [m ³ /jaar]
Van Spaendonck	70	261.100
Theresialyceum	55	255.000

Er zijn geen bodemenergiesystemen aanwezig binnen 500 m van de projectlocatie.



Figuur 3: Bodemenergiesystemen in de omgeving

2.6. Verontreinigingen

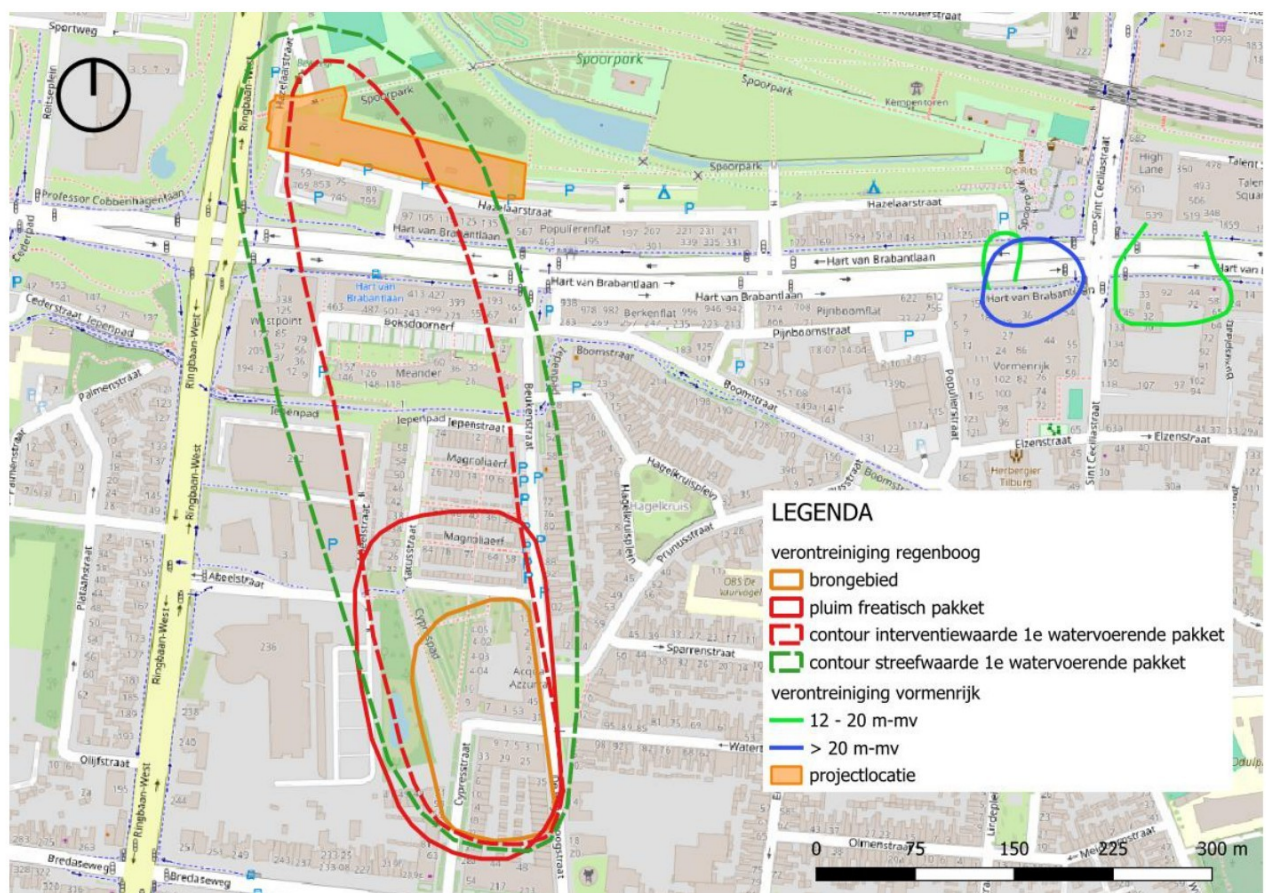
Op de website van gemeente Tilburg zijn bodemonderzoeken opgevraagd binnen de zoekstraal van 500 m rondom de projectlocaties. In de omgeving bevinden zich meerdere verontreinigingen. Het betreffen over het algemeen kleine, ondiepe en immobiele verontreinigingen.

Ter plaatse van het voormalige Regenboogpark (circa 450 m ten zuiden van de projectlocatie) is een VOCl verontreiniging aanwezig. Het betreft een grote en diepe verontreiniging die tot 50 m-mv in het eerste watervoerende pakket is doorgedrongen. Als gevolg van de natuurlijke grondwaterstroming heeft de pluim van de verontreiniging zich tot onder de projectlocatie verplaatst (zie figuur 4, bron:

Grondwatermodellering Regenbookpark, Oranjewoud juni 2007 en informatie gemeente Tilburg). De verontreiniging werd tot 2024 gesaneerd. De sanering bestond uit de beheersing van de bron door middel van een gerichte grondwateronttrekking en monitoring van de natuurlijk afbraak in de pluim.

Op circa 350 m ten oosten van de projectlocatie is een VOCI verontreiniging in het grondwater aanwezig aan de Ceciliastraat (Vormenrijk, zie figuur 4, bron: Deelsaneringplan voormalig terrein Vormenfabriek, V&S Milieu Adviseurs, d.d. 9 januari 2013). Deze verontreiniging is ook doorgedrongen tot in het eerste watervoerende pakket. Deze verontreiniging is in 2014 gesaneerd. Hierbij is echter de focus gelegd op de bovengrond waarbij een deel van de bovengrond afgegraven is. De grondwatersanering heeft alleen plaatsgevonden in het freatische grondwater (tot 7 m-mv) en het middeldiepe grondwater (7-12 m-mv).

Beide verontreinigingen zijn opgenomen in het gebiedsgericht grondwaterbeheer.



Figuur 4: Ligging grondwaterverontreinigingen bij de projectlocatie

Vanwege de verontreinigingsproblematiek in Tilburg en de beperkingen die dit met zich mee bracht, past gemeente Tilburg gebiedsgericht grondwaterbeheer toe. (Gebiedsgericht Grondwaterbeheer Tilburg, d.d. 26 mei 2026). In de gebiedsgerichte benadering gaat de gebiedsbeheerder uit van de mogelijk risico's voor de mens, het watersysteem en de gevoelige objecten binnen een aangewezen (ondergronds) beheersgebied.

Parkwachter bevindt zich in de milieuzone van het beheersgebied. Dat betekent dat verplaatsing van verontreinigingen als gevolg van onttrekking en infiltratie door een bodemenergiesysteem is toegestaan, mits deze geen risico voor mens, het watersysteem of gevoelige objecten veroorzaakt. De onttrekking en infiltratie bij Parkwachter vindt dieper plaats dan 20 m-mv. Het bodemenergiesysteem heeft niet tot gevolg dat de verontreiniging naar maaiveld wordt verplaatst. Het bodemenergiesysteem veroorzaakt daarom geen risico voor mens, watersysteem of gevoelige objecten.

In het [gebiedsbeheerplan](#) (paragraaf 4.4.4) staat het volgende ten aanzien van vergunningverlening voor open bodemenergiesystemen:

Voor de Waterwet zal de provincie de initiatiefnemer vragen om te onderzoeken wat de invloed van het geplande bodemenergiesysteem is op de aanwezige grondwaterverontreinigingen. Als gebiedsbeheerder krijgen wij vervolgens het verzoek om na te gaan of alle bekende grondwaterverontreinigingen daadwerkelijk zijn meegenomen en of het bodemenergiesysteem een probleem vormt voor het beheer van die verontreinigingen.

Verder is het voor ons belangrijk dat de initiatiefnemer duidelijk en op voorhand aangeeft dat het hem bekend is dat hij (mogelijk) met verontreinigd grondwater te maken krijgt. De gebiedsbeheerder (i.c. de gemeente Tilburg) is niet verantwoordelijk voor de gevolgen van eventuele grondwaterverontreinigingen op het WKO-systeem. De initiatiefnemer van het bodemenergiesysteem zal zijn materiaalkeuze moeten afstemmen op de grondwaterkwaliteit. In bijlage 4 zijn functiespecifieke risicogrenswaarden voor grondwaterkwaliteit opgenomen en voor materiaalkeuze kan de tabel Permeatie door drinkwaterdistributieleidingen geraadpleegd worden.

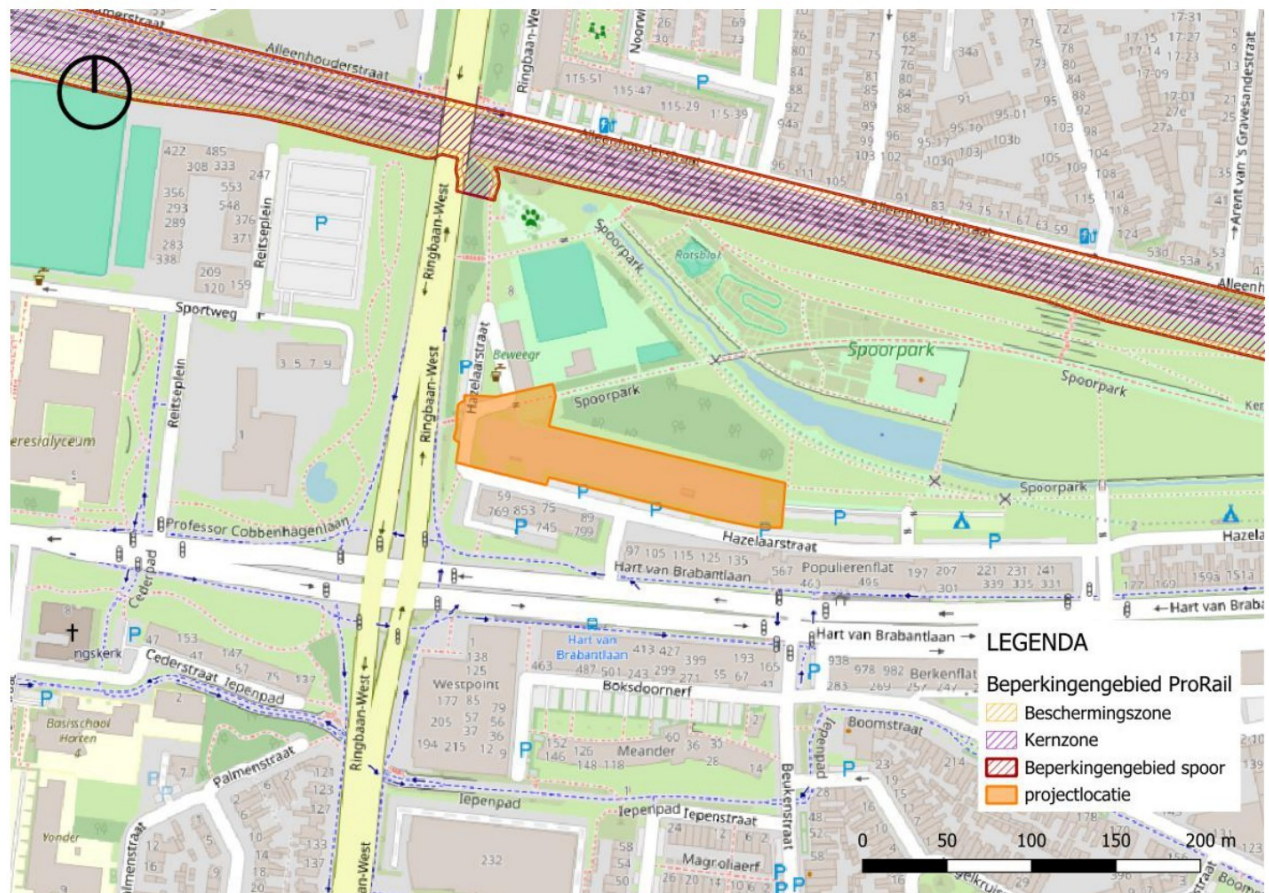
Open systemen zijn toegestaan in zowel onverdachte (buffer) gebieden als in de milieuzone grondwater. Wel zijn er twee aandachtspunten:

- De bronnen van de doubletten moeten óf in verontreinigd óf in schoon water staan. Vermenging van verontreinigd en schoon grondwater moet namelijk zo veel mogelijk worden beperkt*
- In de milieuzone grondwater adviseren wij de bronnen niet dieper dan 50 m-mv en niet in bekende zaklagen aan te leggen.*

Bij realisatie en materiaalkeuze voor het bodemenergiesysteem moet rekening worden gehouden met het vrijkomen van vervuilde grond en grondwater

2.7. Infrastructuur

Op circa 120 m van de projectlocatie loopt de spoorlijn van Tilburg naar Roosendaal. De projectlocatie bevindt zich buiten het beperkingengebied van ProRail (zie figuur 5). In de vergunningaanvraag moet het effect (zettingen) op de infrastructuur inzichtelijk worden gemaakt. Verwacht wordt dat het effect geen belemmering vormt voor bodemenergie bij Parkwachter.



Figuur 5: Ligging beperkingengebied ProRail

3. Kenmerken van de activiteit

3.1. Principe bodemenergiesysteem

Als het project koudevraag heeft, wordt grondwater uit de koude bron opgepompt. Via warmtewisselaars wordt de koude overgedragen aan het gebouw. Hierbij warmt het opgepompte grondwater op. Het relatief warme grondwater wordt vervolgens geïnfiltreerd in de warme bron.

Als het project warmtevraag heeft, wordt grondwater uit de warme bron opgepompt. Via een warmtewisselaar wordt de warmte overgedragen aan warmtepompen. De warmtepompen voorzien de gebouwen van warmte. Hierbij koelt het grondwater af. Het relatief koude grondwater wordt vervolgens geïnfiltreerd in de koude bron. Op deze wijze vindt opslag van zomerwarmte en winterkoude plaats om te gebruiken in het andere seizoen.

Het grondwater wordt via ondergrondse leidingen via de technische ruimte van en naar de warme en koude filters gepompt. In de warmtewisselaar staat het grondwater koude of warmte af aan het secundaire circuit. Het water in het gebouw-circuit is gescheiden van het grondwater.

3.2. Aard en omvang van de activiteit

De energetische uitgangspunten van het bodemenergiesysteem zijn in overleg met ontwerper van de bovengrondse installatie bepaald. De uitgangspunten zijn bepaald conform de BRL 11000 (protocol BRL 11001) en 6000-21 conform ISSO-publicatie 39.

In tabel 4 zijn de energetische uitgangspunten opgenomen.

Het bodemenergiesysteem bestaat uit een doublet. In figuur 6 zijn de locaties van de bronnen weergegeven op de topografische kaart. In tabel 5 zijn de eigenschappen van de bronnen beschreven. De coördinaten van de bronnen zijn opgenomen in tabel 6.

Tabel 4: energetische uitgangspunten

	eenheid	koude leveren	warmte leveren
maximale waterverplaatsing	[m ³ /jaar]	97.500	97.500
gemiddelde waterverplaatsing	[m ³ /jaar]	65.000	65.000
maximaal debiet	[m ³ /uur]	50	50
gemiddelde infiltratie temperatuur	[°C]	17	8
min. en max. infiltratietemperatuur	[°C]	25	-
energiehoeveelheid	[MWh/seizoen]	116	377
regeneratie	[MWh/seizoen]	261	-
vermogen	[kW]	357	257

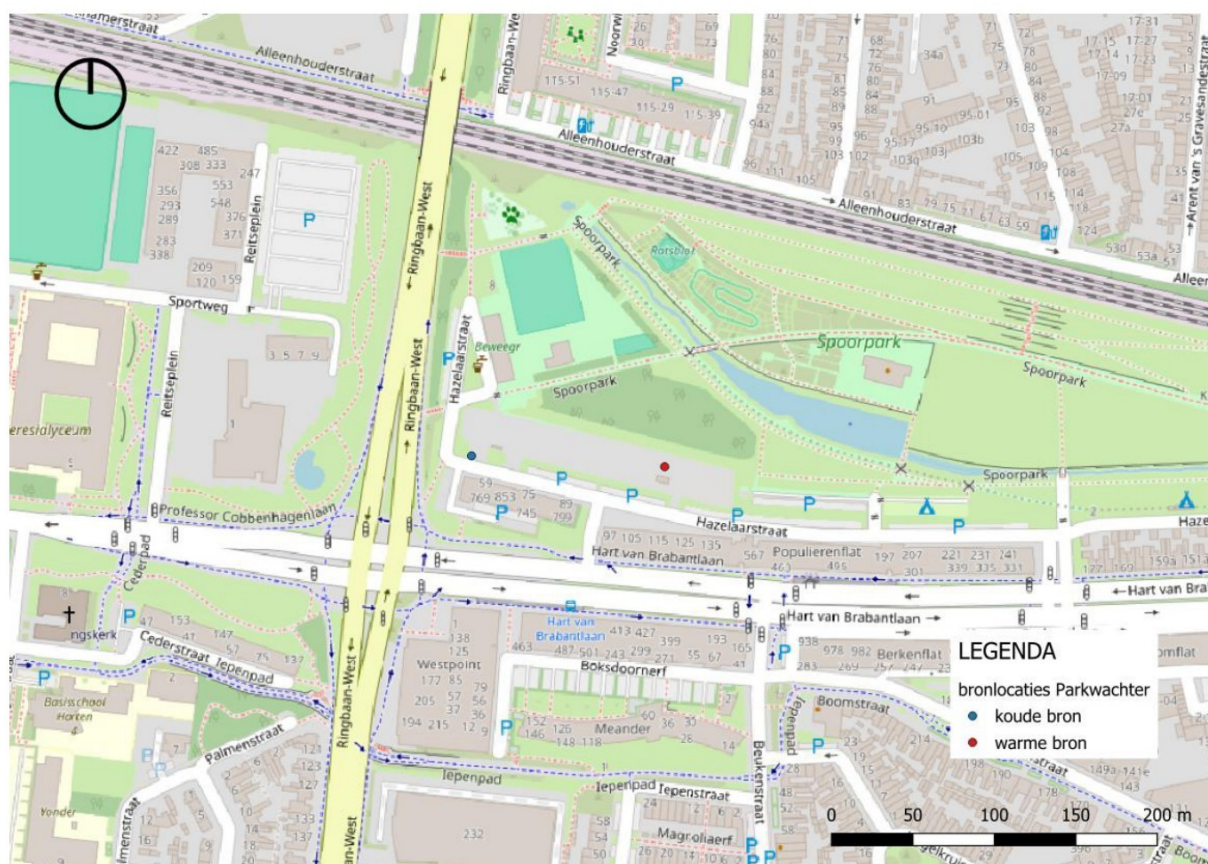
Tabel 5: eigenschappen bronnen

	eenheid	warme bron	koude bron
minimale filterlengte	[m]	15	15
filtertraject ¹	[m-mv]	20 - 55	20 - 55

¹ Het definitieve filtertraject wordt bepaald op basis van de aangetroffen bodemopbouw nadat de boring op diepte is gekomen (de filterstelling). Het filter wordt geplaatst in de bodemlagen die daarvoor het meest geschikt zijn (grofzandige lagen).

Tabel 6: coördinaten bron

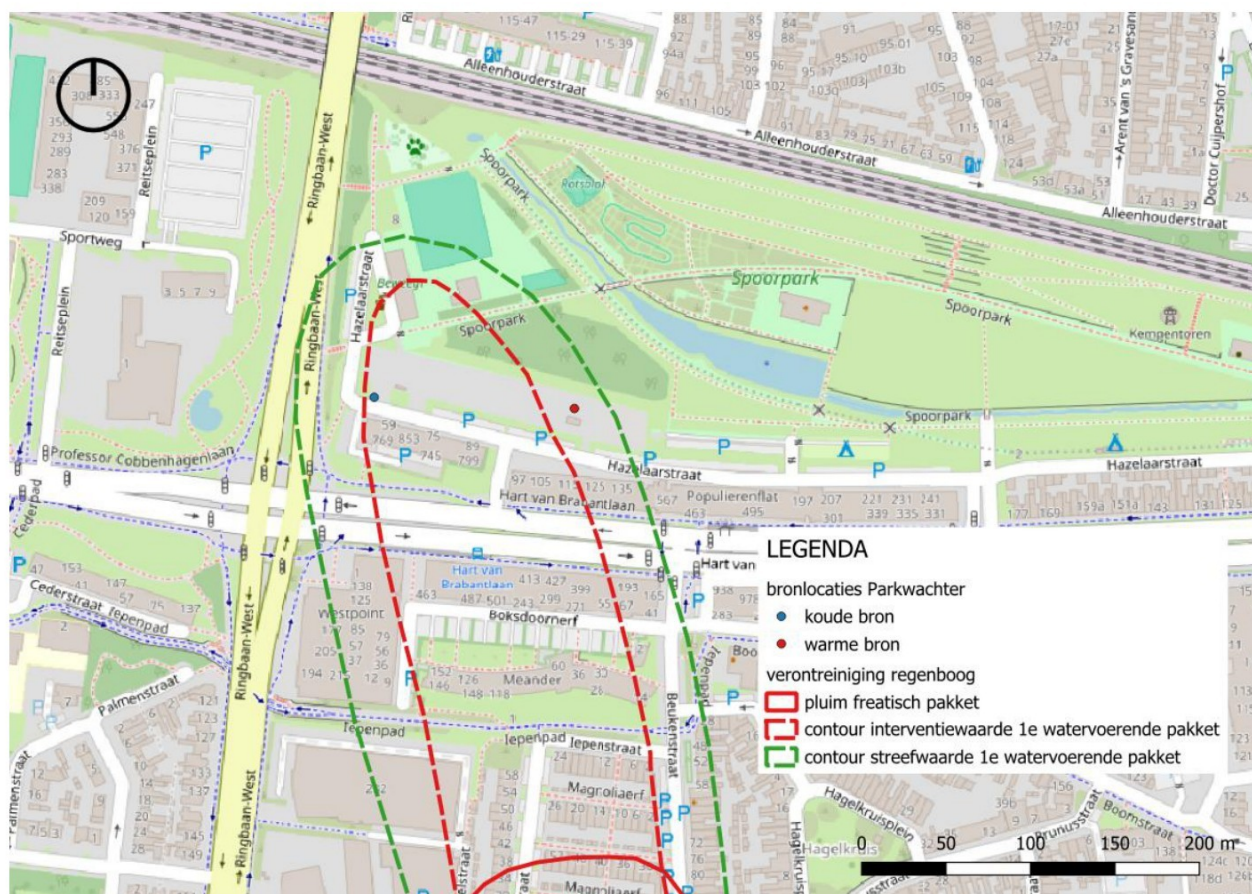
bron	eenheid	x-coördinaat	y-coördinaat
K	[m]	132.691	396.959
W	[m]	132.809	396.953



Figuur 6: bronlocaties

3.3. Bronlocaties in relatie tot de verontreiniging

In het gebiedsgericht beheer staat dat de bronnen in verontreinigd of in schoon grondwater moeten staan. Uit figuur 7 blijkt dat alle bronnen van Parkwachter in de verontreiniging staan.



Figuur 7: bronlocaties in de verontreiniging

3.4. Aanleg en onderhoud

De bron wordt geboord volgens BRL SIKB protocol 2101, Mechanisch Boren. Het horizontaal leidingwerk tussen de bron en de technische ruimte wordt aangelegd op circa 1 m-mv. De vrijgekomen grond uit de sleuven voor het leidingwerk wordt zoveel mogelijk weer teruggebracht in de bodem. Het oppervlak in de sleuven wordt gelijk aan het omliggende maaiveld afgewerkt.

De ruimte rondom het filter en de stijgbuis van de bron wordt ter hoogte van de zandlagen aangevuld met filter- of aanvulgrind. Ter hoogte van de kleilagen wordt zwelklei aangebracht. De elektrisch aangedreven bronpompen worden op diepte aangebracht, waardoor aan maaiveld het geluid van de pompen niet hoorbaar is.

De graafwerkzaamheden voor de putbehuizing vinden plaats op een kleine oppervlakte van 4 m². De vrijkomende grond bij de boorwerkzaamheden wordt conform het Besluit Bodemkwaliteit afgevoerd. Bij realisatie moet door de uitvoerende partij rekening worden gehouden met vrijkomende verontreinigde grond en grondwater. Bij de keuze van componenten van het bodemenergiesysteem moet er mee rekening worden gehouden dat het grondwater verontreinigingen bevat.

Bij het aanleggen en onderhouden van de bronnen komt grondwater vrij. Daarnaast kan het bij calamiteiten nodig zijn om extra grondwater te lozen. De wijze van het lozen van het boorspoelwater/ontwikkewater en beheerwater en calamiteiten is beschreven in een separate lozingsnotitie.

4. Effecten op het milieu

4.1. Inleiding

Er zijn verschillende berekeningen uitgevoerd om de effecten van het bodemenergiesysteem inzichtelijk te maken. De effecten zijn in drie categorieën te verdelen. De hydrologische effecten (bijlage 1), de hydrothermische effecten (bijlage 2) en de zettingseffecten (bijlage 3). De hydrologische effecten beschrijven de kwantitatieve gevolgen van het bodemenergiesysteem op het grondwater (grondwaterstroming, grondwaterstanden en stijghoogtes). De hydrothermische effecten beschrijven de effecten op de temperatuur van het grondwater en de bodem. De zettingsberekeningen beschrijven de effecten op het zetten van de bodem. In onderstaande paragrafen zijn de resultaten van de effectberekeningen beschreven. Gevolgd door de invloed die het beoogde bodemenergiesysteem heeft op de omgeving. Gestart wordt met het positieve effect: de energiebesparing.

4.2. Energiebesparing en emissiereductie

Het toepassen van het WKO-systeem resulteert in een besparing van circa 34.000 m³ aardgasequivalenten per jaar. Dit komt neer op een energiebesparing van circa 47%. De energiebesparing resulteert in een emissiereductie van circa 50 ton CO₂ per jaar (39%) en 109 kg NO_x (184%).

De SPF-verklaring is separaat bijgevoegd bij de aanvraag op het Omgevingsloket.

4.3. Hydrologische effecten

De maximale stijghoogteverandering in het tweede watervoerende pakket bedraagt 3,2 m. De maximale grondwaterstandsverandering bedraagt 0,06 m. Het berekende hydrologische invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket reikt tot maximaal 290 m van de bronnen. De berekeningsresultaten van de hydrologische effecten zijn opgenomen in bijlage 1.

4.4. Hydrothermische effecten

Het berekende maximale hydrothermische invloedsgebied reikt tot maximaal 125 m van de bronnen. De berekeningen van de hydrothermische effecten zijn opgenomen in bijlage 2.

4.5. Zettingen

Als gevolg van door het bodemenergiesysteem veroorzaakte verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte kan zetting van de bodem optreden. De berekende eindzetting is 7 mm. De onderbouwing van de zettingsberekening is opgenomen in bijlage 3. Van negatieve effecten ten gevolge van zetting is geen sprake.

4.6. Geluid

Geluid wordt tijdelijk geproduceerd als gevolg van boorwerkzaamheden, aanleg horizontaal leidingwerk, aanleg putbehuizing en inrichten van de technische ruimte. Tijdens de realisatie van het bodemenergiesysteem staat een aantal weken een boorwagen te boren (geluidsniveau draaiende vrachtwagen), er rijdt een kraan en meerdere keren per dag een vrachtwagen rond en er draait een aggregaat. De realisatie van het grondwatersysteem maakt onderdeel uit van de nieuwbouw van Parkwachter. Het geluid dat tijdelijk geproduceerd wordt voor de realisatie van het bodemenergiesysteem is nihil ten opzichte van het geluid dat de totale bouw produceert. Gezien het geluid geproduceerd wordt in stedelijk gebied zijn er geen negatieve gevolgen voor het milieu.

4.7. Invloed op de waterkwaliteit

De overgang van zoet naar zout grondwater bevindt zich in de hydrologische basis. De hydrologische invloed van het bodemenergiesysteem is daar nihil. Het beoogde bodemenergiesysteem van Parkwachter heeft geen invloed op de ligging van het zoet-/brakgrensvlak.

Uit onderzoeken naar de gevolgen van temperatuurveranderingen op de chemische en microbiologische processen in de bodem en het grondwater blijkt dat de geringe temperatuurveranderingen die optreden door bodemenergie geen significante invloed hebben op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater.

Van negatieve invloed op de waterkwaliteit is geen sprake.

4.8. Invloed op andere grondwatergebruikers

Er zijn andere grondwatergebruikers aanwezig in het hydrologisch invloedsgebied. Er zijn geen andere grondwatergebruikers aanwezig in het thermische invloedsgebied. Van negatieve invloed op andere grondwatergebruikers is geen sprake. Een onderbouwing is beschreven in bijlage 1 en 2.

4.9. Invloed op natuur en landbouw

De grondwaterstandverandering bedraagt 0,06 m. Er zijn in het hydrologische invloedsgebied geen natuurgebieden aanwezig. Van invloed op de natuur is derhalve geen sprake. Van negatieve invloed op de aanwezige landbouw is derhalve geen sprake.

4.10. Invloed op archeologie

Het bodemenergiesysteem bevindt zich niet een archeologisch waardevol gebied. Het bodemenergiesysteem heeft derhalve geen negatieve invloed op cultuurhistorie en archeologische/aardkundige waarden, ook niet tijdens realisatie van het bodemenergiesysteem.

4.11. Invloed op gebouwen en infrastructuur

De geringe zetting veroorzaakt geen schade aan gebouwen (monumenten) of infrastructuur. Van negatieve effecten op gebouwen en infrastructuur is geen sprake. De zettingsberekening is opgenomen in bijlage 3. Van negatieve invloed op gebouwen en infrastructuur is geen sprake.

4.12. Invloed op verontreinigingen

In het eerste watervoerende pakket zijn verontreinigingen bekend. De bronnen van het bodemenergiesysteem bevinden zich in de verontreiniging van De Regenboog. Daarmee wordt

voldaan aan een belangrijke voorwaarde voor een bodemenergiesysteem in het gebiedsgericht grondwaterbeheer van Gemeente Tilburg. De verontreiniging wordt niet verspreid tot buiten de grenzen van het Gebiedsgericht grondwaterbeheer.

4.13. Lozingswater

Tijdens de realisatie en het onderhoud van het bodemenergiesysteem komt water vrij dat geloosd moet worden. Hiervoor is in de Omgevingswet de voorkeursvolgorde voor lozen gedefinieerd. Een van de opties in tabel 7 wordt toegepast.

Tabel 7: voorkeursvolgorde lozen

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

Bij het aanleggen en onderhouden van de bronnen komt grondwater vrij. Daarnaast kan het bij calamiteiten nodig zijn om extra grondwater te lozen. De wijze van het lozen van het water bij realisatie (boerspoelwater/ontwikkelwater), onderhoud en calamiteiten is beschreven in een separate lozingsnotitie.

4.14. Cumulatie van effecten

Cumulatie van hydrologische en hydrothermische effecten treedt op met één andere bodemenergiesystemen. De cumulatieve effecten zijn weergegeven in bijlage 1 en 2.

4.15. Conclusie

Het beoogde bodemenergiesysteem heeft geen negatieve gevolgen voor het milieu en overige belangen.

Bijlagen

Bijlage 1: Geohydrologische effecten

Om de hydrologische effecten van de energieopslag te kunnen berekenen, is gebruik gemaakt van het softwarepakket MLU. Meer informatie over MLU is te vinden op www.MLU.app.

Schematisatie

De modelschematisatie is gebaseerd op de geohydrologische bodemopbouw in tabel 1. De bovenkant van de hydrologisch basis is de gesloten onderkant van het model. Uitgangspunt is dat de bodemopbouw geldt voor het totale gemodelleerde gebied. In tabel 8 is de modelschematisatie weergegeven.

Tabel 8: modelschematisatie

diepte [m-mv]	toelichting	doorlaatvermogen [m ² /d]	weerstand [d]
3,2 - 4	fictief freatisch watervoerende pakket	120	-
4 - 9	weerstand deklaag	-	100
9 - 20	1 ^e watervoerende pakket	275	-
20	fictieve scheidende laag	-	2,6
20 - 35	1 ^e watervoerende pakket	375	-
35	fictieve scheidende laag	-	3,5
35 - 55	1 ^e watervoerende pakket	500	-
55 - 80	1 ^e scheidende laag	-	2.500

filters Parkwachter 

De berekeningen zijn stationair uitgevoerd. Dat wil zeggen dat in het model continu met maximaal debiet wordt onttrokken en geïnfiltreerd (50 m³/uur).

Fictieve scheidende lagen

De fictieve scheidende lagen zijn representatief voor de verticale weerstand in het watervoerend pakket waar het onvolkomen filter van het bodemenergiesysteem is gesitueerd. De fictieve scheidende lagen worden bepaald door de helft van de weerstand van de watervoerende laag boven de fictieve scheidende laag en de bovenste helft van de onderliggende laag mee te nemen. Voor de fictieve scheidende laag direct boven het bronfilter is de weerstand bepaald door alleen de weerstand van de bovenliggende watervoerende laag mee te nemen. In beide gevallen wordt een anisotropie van 5 aangehouden.

Berekeningsresultaten

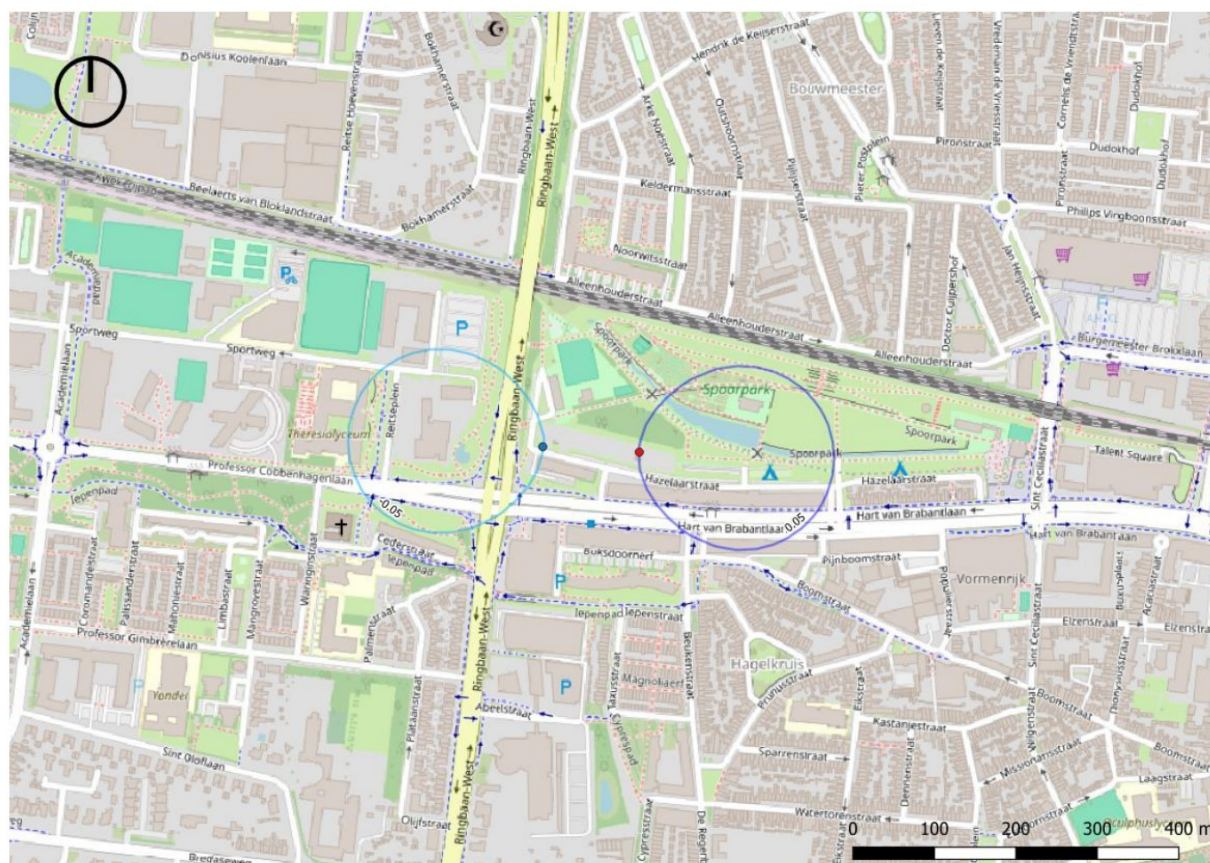
De berekeningen zijn uitgevoerd om inzicht te krijgen in de veranderingen van de grondwaterstand en de stijghoogten in de watervoerende pakketten ten gevolge van het grondwatersysteem. Tevens is bepaald tot welke afstand in de omgeving van het grondwatersysteem de grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen merkbaar zijn. Dit is het invloedsgebied, dat wordt gedefinieerd als het gebied waar de berekende veranderingen groter zijn dan 0,05 m.

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 9.

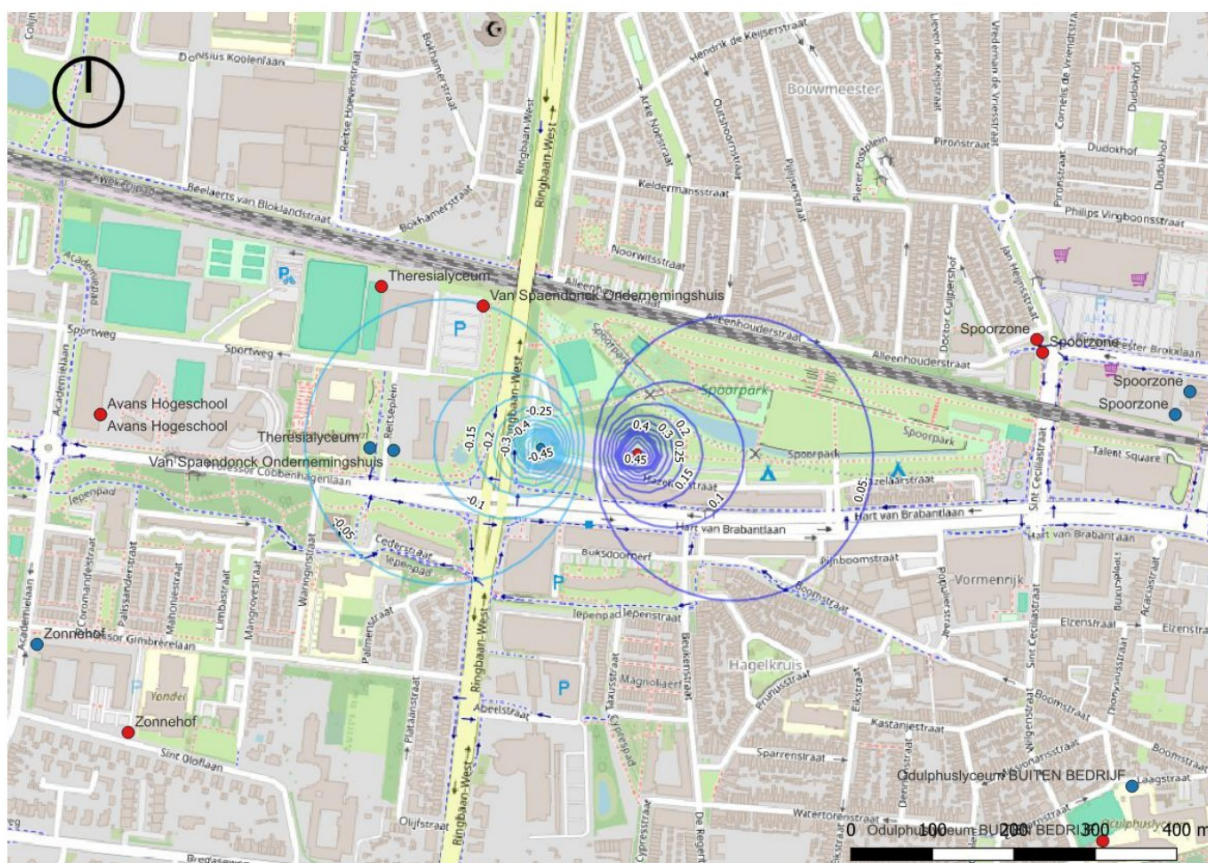
Tabel 9: hydrologische effecten

	eenheid	maximale verandering	maximaal invloedsgebied
grondwaterstand	[m]	0,06	240
eerste watervoerende pakket	[m]	3,2	290

In figuur 8 is het maximale grondwaterstandsverandering weergegeven. In figuur 9 is het hydrologische invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket weergegeven.



Figuur 8: maximale grondwaterstandsverandering



Figuur 9: het maximale hydrologische invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket

Invloed op andere grondwatergebruikers

In het hydrologische invloedsgebied van Parkwachter bevinden zich de bronnen van het bodemenergiesysteem van Van Spaendonck en de koude bron van Theresialyceum (zie figuur 9). In tabel 10 is beschreven wat de extra stijghoogteverandering ter plaatse van de bronnen in het hydrologische invloedsgebied is.

Tabel 10: hydrologische effecten op grondwatergebruikers

grondwatergebruiker	eenheid	stijghoogteverandering door Parkwachter	effect
Van Spaendonck W	[m]	0,08	dempend
Van Spaendonck K	[m]	0,07	versterkend
Theresialyceum K	[m]	0,06	versterkend

De berekende extra stijghoogteveranderingen bij deze bronnen zullen geen belemmering opleveren voor de bedrijfsvoering. Dit wordt bepaald door de diepte van de pomp. De diepte van de pomp wordt bepaald door de laagste grondwaterstand/stijghoogte van het bemande pakket, de minimale overdruk van het systeem en de eigen berekende afpompings. In de praktijk worden pompen 4 à 5 meter dieper gehangen. Dit betekent dat in de praktijk er een grenswaarde van 4 à 5 meter is voordat de pomp in storing valt door een te lage waterstand in de bron. Op die grenswaarden zit dan nog een alarm als de stijghoogte nog maar 1 meter van de grenswaarde ligt. De extra stijghoogteverandering

zoals in deze effectenstudie berekend zijn, zullen daarom zelden tot problemen leiden bij de bronnen van een ander bodemenergiesysteem.

Van negatieve invloed op andere grondwatergebruikers is geen sprake.

Inloed op verontreinigingen

De verontreiniging van Vormenrijk bevindt zich buiten het hydrologische invloedsgebied. Deze verontreiniging wordt daardoor niet door het bodemenergiesysteem beïnvloed. De bronnen van het bodemenergiesysteem bevinden zich in de verontreiniging van De Regenboog. Daarmee wordt voldaan aan een belangrijke voorwaarde voor een bodemenergiesysteem in het gebiedsgericht grondwaterbeheer van Gemeente Tilburg.

Met MicroFem zijn stroombanen berekend op de randen van de verontreiniging. Hierbij is op een aantal knooppunten die dicht bij de rand van de verontreiniging liggen de verplaatsing van een waterdeeltje berekend gedurende een seizoen van het bodemenergiesysteem (zomer of winter). De knooppunten zijn zo gekozen op locaties waar op basis van de hydrologische effecten het grootste verhang optreedt. In figuur 10 zijn de stroombanen weergegeven.



Figuur 10: stroombanen vanaf de verontreiniging

Uit de stroombanen blijkt dat een waterdeeltje zich in een seizoen zich circa 13 m vanaf de koude bron verplaatst en zich 20 tot 25 m naar de koude bron toe verplaatst. Een waterdeeltje verplaatst zich 20 tot 25 m vanaf de warme bron en wordt vanaf de rand van de verontreiniging de bron in getrokken.

Uitgaande van een retardatiefactor van 2 voor de meest mobiele VOCI betekent dit dat de verontreiniging tot circa 7,5 m buiten de huidige contour verspreid wordt aan de kant van de koude bron en tot 10 tot 12,5 m aan de kant van de warme bron. Daartegen staat dat de verontreiniging ook weer aangetrokken wordt naar de bronnen. De mate van aantrekking is groter dan de mate van verspreiding naar buiten.

De verontreiniging wordt niet verspreid tot buiten de grenzen van het Gebiedsgericht grondwaterbeheer.

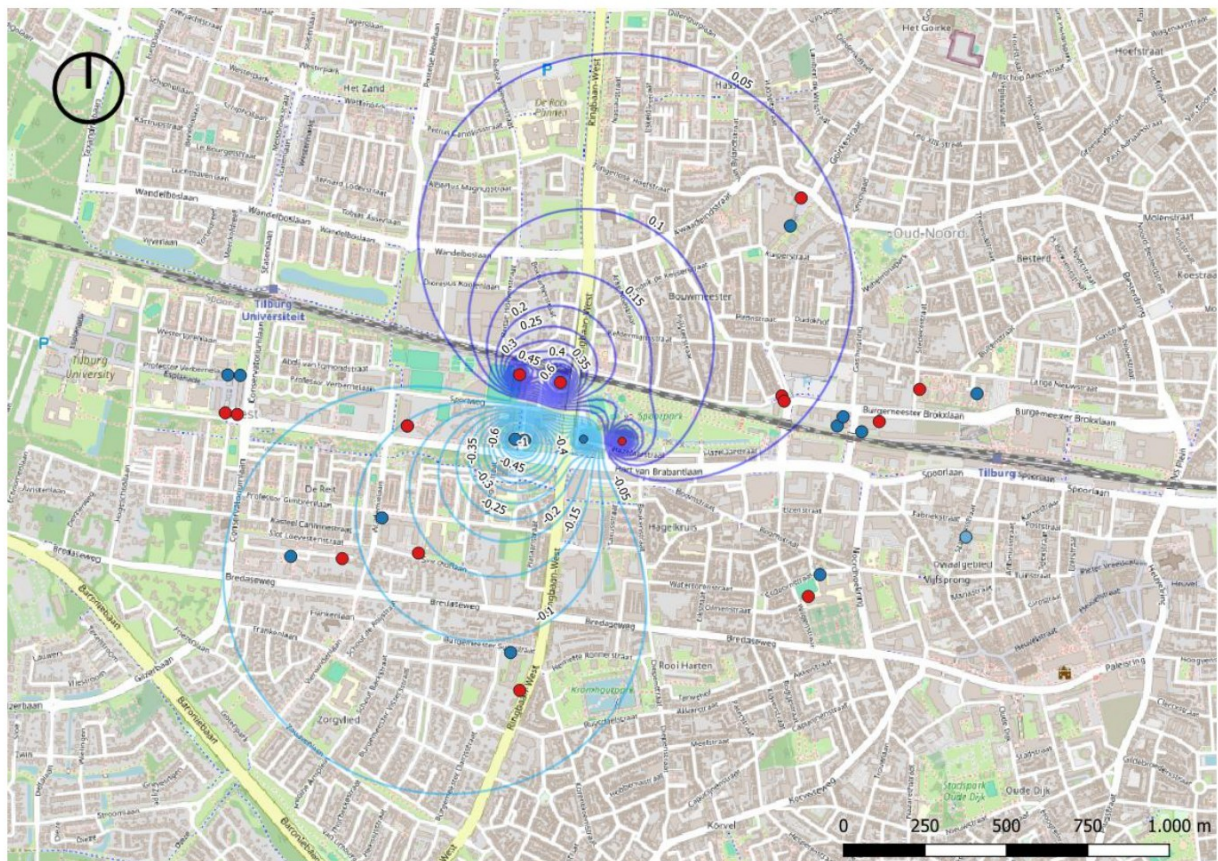
Bij realisatie moet door de uitvoerende partij rekening worden gehouden met vrijkomende verontreinigde grond en grondwater. Bij de keuze van componenten van het bodemenergiesysteem moet er mee rekening worden gehouden dat het grondwater verontreinigingen bevat.

Invloed op zoet grondwater

Het zoet-/brakgrensvlak en het brak-/zoutgrensvlak bevinden zich diep in de hydrologische basis. De invloed van het bodemenergiesysteem in het eerste watervoerende pakket is verwaarloosbaar klein. Van verzilting van zoete grondwatervoorraden is geen sprake.

Cumulatie van effecten

Met de bodemenergiesystemen van Van Spaendonck en Theresialyceum zijn de cumulatieve hydrologische effecten berekend, Het cumulatieve hydrologische invloedsgebied is weergegeven in figuur 11. De stijghoogteverandering bij de bronnen van Parkwachter bedraagt in de cumulatieve situatie maximaal 3,1 m.



Figuur 11: het maximale cumulatieve hydrologische invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket

Conclusie

Het bodemenergiesysteem heeft geen negatieve invloed op de zoete grondwatervoorraad. Het bodemenergiesysteem heeft geen invloed op de grondwaterstand. Daardoor heeft het systeem geen invloed op archeologie, aardkundige waarden, monumenten, houten paalfunderingen, landbouw, openbare groenvoorzieningen en Natuurbeschermingsgebieden.

Andere grondwatergebruikers worden niet negatief beïnvloed door de toepassing van het beoogde bodemenergiesysteem.

Bijlage 2: Hydrothermische effecten

Om de hydrothermische berekeningen uit te voeren is gebruik gemaakt van HSTwin2D. Met dit programma kan warmtetransport worden berekend in een verzadigd grondwatersysteem.

Schematisatie

De modelparameters zijn weergegeven in tabel 11.

Tabel 11: modelschematisatie

laag naam	dikte [m]	doorlatendheid [m/d]	warmtegeleiding [W/(mK)]	warmtecapaciteit [MJ/(m³K)]
geleidende toplaag	-	-	2,4	2,5
opslagpakket	15	25	2,4	2,5
geleidende onderlaag	-	-	1,7	2,5

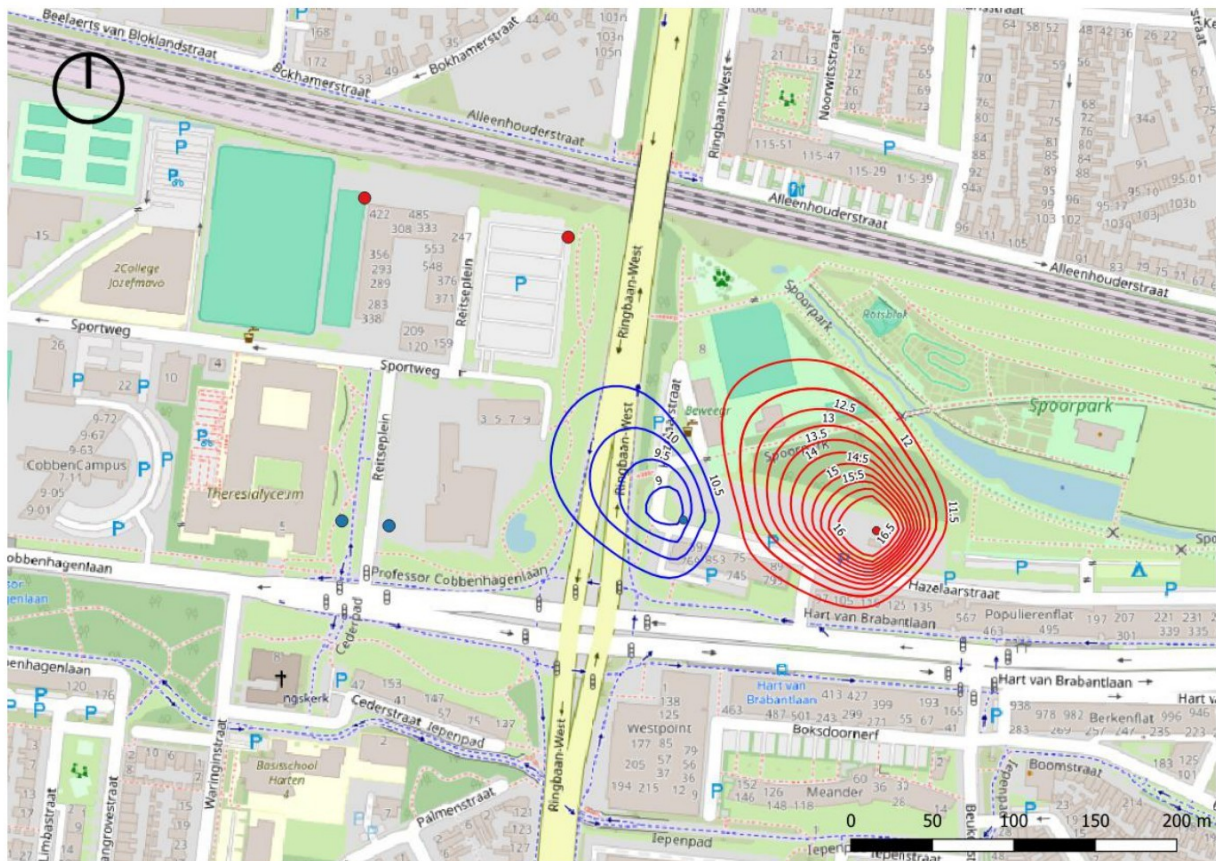
In tabel 12 is het onttrekkings- en infiltratiepatroon weergegeven die in het model zijn opgenomen.

Tabel 12: onttrekkings- en infiltratiepatroon

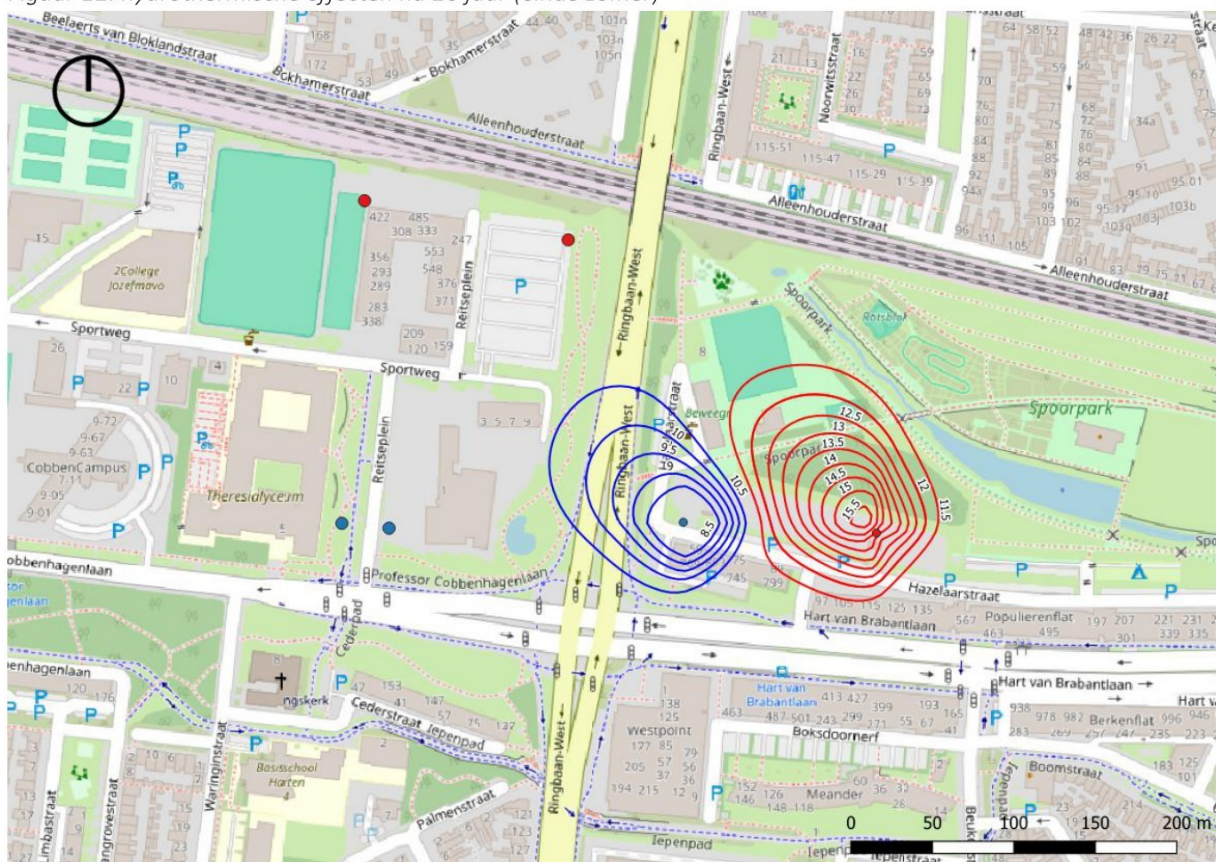
	waterhoeveelheid [m³/seizoen]	infiltratietemperatuur [°C]
winter (warmte leveren)	65.000	7
lente	-	-
zomer (koude leveren)	65.000	18
herfst	-	-

Resultaten van de berekeningen

Het thermische invloedsgebied is het gebied rondom de bronnen waar de temperatuur meer dan 0,5°C afwijkt van de natuurlijke grondwatertemperatuur. De natuurlijke grondwatertemperatuur van het opslagpakket bedraagt 11°C. De berekende temperaturen in de zomer en winter na 20 jaar zijn weergegeven in figuur 12 en 13. Het thermische invloedsgebied reikt tot maximaal 100 m vanaf de koude bron en 125 m van de warme bron.



Figuur 12: hydrothermische effecten na 20 jaar (einde zomer)



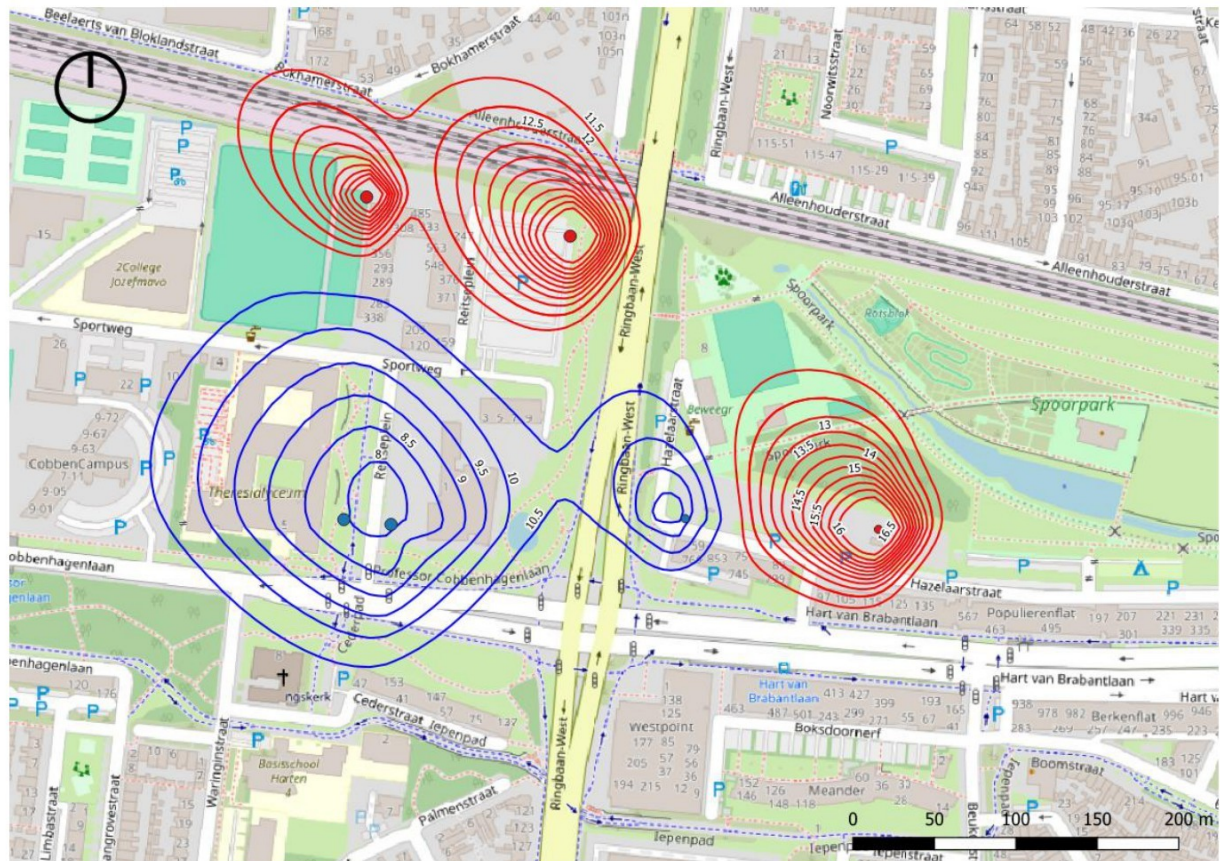
Figuur 13: hydrothermische effecten na 20 jaar (einde winter)

Invloed op andere bodemenergiesystemen

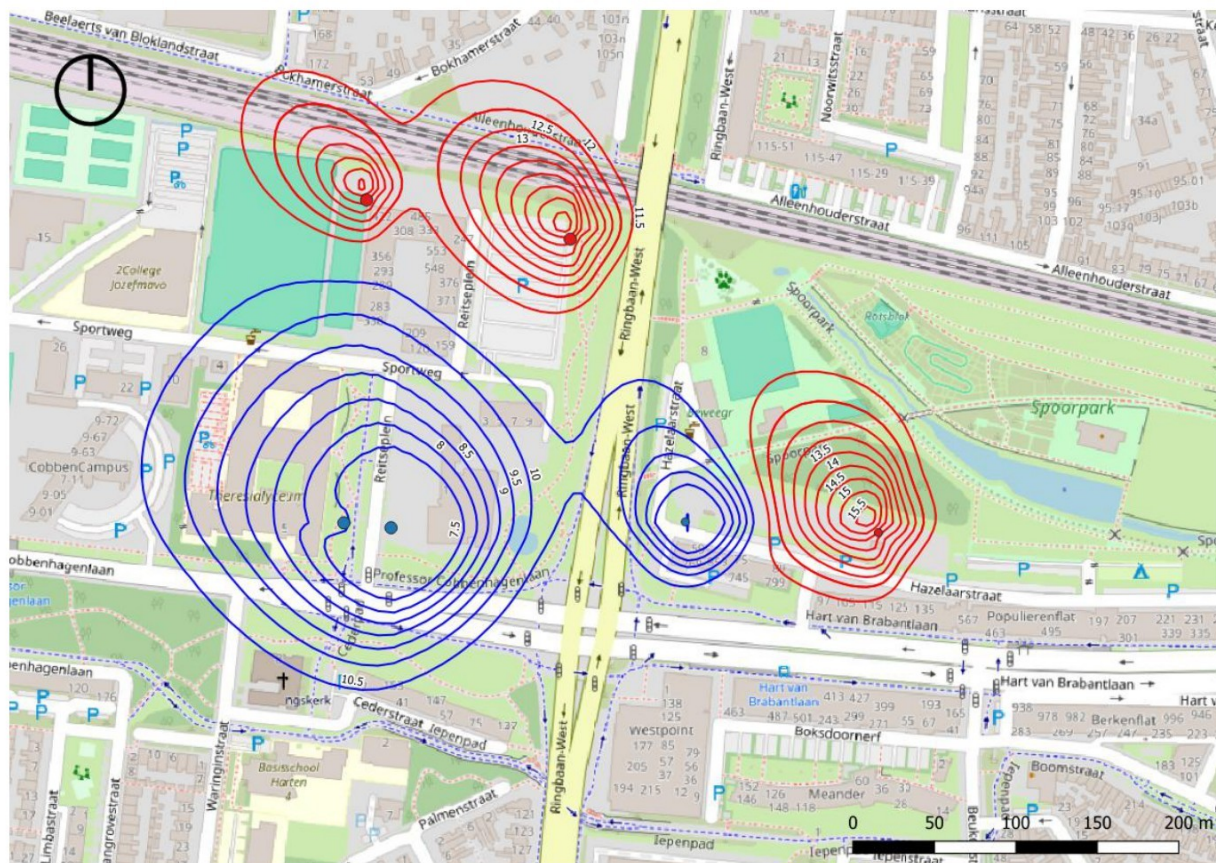
In het hydrothermische invloedsgebied van het bodemenergiesysteem van Parkwachter bevinden zich geen andere bodemenergiesystemen. Van negatieve invloed op andere bodemenergiesystemen in derhalve geen sprake.

Cumulatie van effecten

Met het bodemenergiesysteem van Van Spaendonck en Theresialyceum is een cumulatieve thermische effectberekening uitgevoerd. Het cumulatieve thermische invloedsgebied is weergegeven in figuur 14 en 15.



Figuur 14: cumulatieve hydrothermische effecten na 20 jaar (einde zomer)



Figuur 15: cumulatieve hydrothermische effecten na 20 jaar (einde winter)

Conclusie

Van negatieve hydrothermische invloed is geen sprake.

Bijlage 3: Zettingen

De eindzetting is berekend op basis van Terzaghi (parameters conform NEN blad 6740). Hierbij wordt echter geen rekeningen gehouden met een bepaalde voorbelasting die heeft plaatsgevonden door de reeds bestaande onttrekkingen. Ter onderbouwing is in figuur 16 en 17 de zettingsberekening weergegeven.

	[m-mv]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kg/m3]	[mm]
Materiaal	diepte	Dikte	stijghoogte verandering tgv WKO [m]	primaire zettingsconstrante	secundaire zettingsconstante	soortelijke massa	zetting
	0						
Onverz.zone		3,2	0	-	-	1600	0
	3,2						
Zand		0,8	0,052	1000	1,00E+99	2000	0
	4						
Klei		5		25	240	1800	7
	9						
Zand		11	0,346	1000	1,00E+99	2000	0
	20						
Zand		15	3,205	1000	1,00E+99	2000	0
	35						
Zand		20	0,229	1000	1,0E+99	2000	0
	55						
Klei		25		100	1000	1800	0
	80						

totaalzetting 7

Figuur 16: Zettingsberekening uitgevoerd op basis van Terzaghi

	[m-mv]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kg/m3]	[mm]
Materiaal	diepte	Dikte	stijghoogte verandering tgv WKO [m]	primaire zettingsconstrante	secundaire zettingsconstante	soortelijke massa	zetting
	0						
Onverz.zone		3,2	0	-	-	1600	0
	3,2						
Zand		0,8	0,092	1000	1,00E+99	2000	0
	4						
Klei		5		25	240	1800	8
	9						
Zand		11	0,354	1000	1,00E+99	2000	0
	20						
Zand		15	3,266	1000	1,00E+99	2000	0
	35						
Zand		20	0,236	1000	1,0E+99	2000	0
	55						
Klei		25		100	1000	1800	0
	80						

totaalzetting 8

Figuur 17: Zettingsberekening cumulatief uitgevoerd op basis van Terzaghi

Individueel

De theoretisch berekende individuele eindzetting bedraagt 7 mm. Het zettingsverhang (verschilzetting) in de directe nabijheid van de bronnen bedraagt (binnen 10 m rondom de bronnen) maximaal 1 m per 10.000 m.

De maximale eindzetting ter hoogte van de dichtstbijzijnde spoorlijn bedraagt circa 2 mm.

Cumulatief

De theoretisch berekende cumulatieve eindzetting bedraagt 8 mm. Het zettingsverhang (verschilzetting) in de directe nabijheid van de bronnen bedraagt (binnen 10 m rondom de bronnen) maximaal 1 m per 10.000 m.

De maximale eindzetting ter hoogte van de dichtstbijzijnde spoorlijn bedraagt circa 4 mm.

Conclusie

In de Nederlandse Norm Geotechniek van 1990 (NEN 6740) zijn normen opgenomen om een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten aan infrastructuur en constructies te voorkomen. Volgens deze NEN-norm mag de zetting niet groter zijn dan 150 mm en mag het zettingsverhang niet groter zijn dan 1:300. Bij de aanwezigheid van ondiepe zettingsgevoelige bodemlagen, zoals een deklaag, kunnen verschillen in de samenstelling van de betreffende laag aanleiding geven tot verschilzettingen aan maaiveld. Wanneer de veroorzaakte zetting in de deklaag groter is dan 15 mm, dan kunnen effecten van betekenis optreden.

Er treedt naar verwachting geen maaiveldzetting op ten gevolge van de toepassing van het beoogde bodemenergiesysteem die effecten van betekenis kunnen veroorzaken.

Van negatieve effecten ten gevolge van zetting op andere belangen is geen sprake.