gemeente
Haarlemmermeer

raadsvoorstel

Onderwerp	Vaststellen verordening aanwijzen interferentiegebied gesloten bodemenergiesystemen Haarlemmermeer
Portefeuillehouder	mr. Mariëtte Sedee-Schuitemaker, drs. Jurgen Nobel
Steller	Manon Veen
Collegevergadering	7 december 2021
Raadsvergadering	
Raadsvoorstelnummer	2021.0002896

1. Voorstel

Collegebesluit(en)

Het college besluit de raad voor te stellen om:

1. de Verordening Aanwijzen interferentiegebied gesloten bodemenergiesystemen Haarlemmermeer vast te stellen;
2. de plangebieden Hoofddorp Centrum en Schiphol Trade Park aan te wijzen als interferentiegebieden.

2. Samenvatting

Wij stellen de raad voor om de Verordening Aanwijzen interferentiegebied gesloten bodemenergiesystemen Haarlemmermeer vast te stellen en daarbij de plangebieden Hoofddorp Centrum en Schiphol Trade Park aan te wijzen als interferentiegebied voor bodemenergie. Dit biedt de gemeente mogelijkheden om de in het gebied beschikbare bodemenergie doelmatig te laten gebruiken. Voor een uitleg over bodemenergiesystemen en de rol van de gemeente hierin zie bijlage 1.

3. Uitwerking

3.1 Wat willen we bereiken?

Door toepassing van bodemenergie neemt de drukte in de ondergrond toe en kunnen strijdige belangen ontstaan. Er zal goed over de inpassing van bodemenergie moeten worden nagedacht. Het vergt regie om een optimaal en duurzaam gebruik van de ondergrond te realiseren en er voor te zorgen dat alle initiatiefnemers in een gebied gebruik kunnen maken van bodemenergie.

Aanleiding en context

Het aanwijzen van een interferentiegebied maakt het mogelijk om beleidsregels vast te stellen voor de bodemenergiesystemen in het betreffende gebied. Dit gebeurt met het vaststellen van bodemenergieplannen. Het doel en de werking van een bodemenergieplan is om op basis van de huidige en toekomstige energiebehoefte regels vast te stellen Deze regels dienen ertoe dat de inzet van de bodem efficiënt plaatsvindt en bodemenergiesystemen in het gebied optimaal

worden ingericht. Dit is in het belang van de maximale uitnutting van de beschikbare bodemenergie onder andere ten behoeve van toekomstige woningbouw. De regels omvatten boven- en ondergrondse vereisten waaraan toekomstige systemen moeten voldoen en de vergunning aanvragen worden getoetst.
Aan de toepassing van bodemenergie zijn beperkte risico's verbonden (zie bijlage 2 Advies grootschalige toepassing van bodemenergie in de Haarlemmermeer, adviesbureau VHGM).

Alleen het risico van artesisch grondwater kan als groot worden gezien zowel bij de aanleg van gesloten als open bodemenergiesystemen. Artesisch grondwater is water dat in diepere bodemlagen onder druk staat. Wanneer dit water wordt aangeboord zonder maatregelen zal dit leiden tot overstromingen aan het oppervlak. In dat geval komen zeer grote hoeveelheden zout water vrij. Om dit te voorkomen kunnen in het bodemenergieplan enkele maatregelen worden voorgeschreven bij de boorwerkzaamheden en bij het aanvullen van het boorgat.
Andere risico's worden door adviesbureau VHGM als matig beschouwd onder andere omdat het niet overal in Haarlemmermeer een risico vormt. Bij onjuiste afdichting van slecht doorlatende lagen in de ondergrond bij de aanleg (boren en putafwerking) van bodemenergiesystemen kan er lekkage ontstaan, wat vooral in kwelgevoelige gebieden onwenselijk is. Het hoogheemraadschap van Rijnland denkt mee over voorschriften in de bodemenergieplannen om problemen te voorkomen.

In bijlage 3 is ter illustratie en toelichting een voorbeeld van een bodemenergieplan opgenomen.
Een bodemenergieplan volgt de opzet van een bestemmingsplan. Het plan bepaalt de gebruiksregels en geeft een toelichting daarop. De toelichting biedt initiatiefnemers handvatten voor de realisatie van de bodemenergiesystemen die zij wensen. De bevoegdheid om bodemenergieplannen op te stellen ligt bij het college. Maar ons college kan deze bodemenergieplannen pas vaststellen nadat de raad deze verordening heeft vastgesteld en de gebieden waarvoor de bodemenergieplannen worden opgesteld heeft aangewezen als interferentiegebied. De ontwikkelingen in Hoofddorp Centrum vinden plaats over een lange periode en door verschillende ontwikkelaars. De kans is groot dat zonder regie toekomstige ontwikkelingen moeilijk in te passen zijn. Voor de ontwikkeling van Schiphol Trade Park, een aardgasvrij bedrijventerrein, moet door bijna alle (toekomstige) bedrijven gebruik gemaakt worden van bodemenergie. Ook hier geldt dat de kans groot is dat, zonder regie, toekomstige ontwikkelingen bemoeilijkt worden.

3.2 Wat gaan we daarvoor doen?
Met dit raadsvoorstel wordt voorgesteld om de verordening 'Aanwijzen interferentiegebied gesloten bodemenergiesystemen Haarlemmermeer' vast te stellen. Tegelijkertijd worden de gebieden waarvoor al een bodemenergieplan is opgesteld aangewezen als interferentiegebied. Het gaat om de gebieden Schiphol Trade Park en Hoofddorp Centrum. Vervolgens zullen wij de bodemenergieplannen vast kunnen stellen voor deze gebieden.

3.3 Wat mag het kosten?
Aan de uitvoering van dit voorstel zijn, naast de beschikbare ambtelijke capaciteit, geen kosten verbonden.

Wat zijn de financiële risico's
Onze gemeente loopt geen vermeldenswaardige financiële risico's bij de uitvoering van dit voorstel.

3.4 Wie is daarvoor verantwoordelijk?

Op grond van de Gemeentewet, de wet Bodembescherming en het besluit omgevingsrecht is de gemeenteraad bevoegd te besluiten deze verordening vast te stellen. Binnen ons college is de portefeuillehouder Ruimtelijke Ordening het eerste aanspreekpunt.

3.5 Wanneer en hoe zal de raad/het college over de voortgang worden geïnformeerd?

Nadat de raad dit besluit heeft genomen kan het college bodemenergieplannen vaststellen voor de gebieden Schiphol Trade Park en Hoofddorp Centrum. Deze zullen ter kennisname aan de raad worden gestuurd. Wanneer een volgend interferentiegebied aangewezen moet worden zal dit opnieuw aan de raad worden voorgelegd.

4. Ondertekening

Burgemeester en wethouders van de gemeente Haarlemmermeer,

de loco-secretaris,	de burgemeester,
Michiel Ruis	Marianne Schuurmans-Wijdeven

Bijlage(n):

- Verordening Aanwijzen interferentiegebied gesloten bodemenergiesystemen Haarlemmermeer
- Bijlage 1 Uitleg bodemenergiesystemen
- Bijlage 2 Advies grootschalige toepassing van bodemenergie in de Haarlemmermeer (VHGM)
- Bijlage 3 Voorbeeld bodemenergieplan

VERORDENING AANWIJZEN INTERFERENTIEGEBIED GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN HAARLEMMERMEER

De raad van de gemeente Haarlemmermeer;
Gelezen het voorstel van burgemeester en wethouders van 7 december 2021 (2021.0002896);
Gelet op de artikelen 121 en 147 van Gemeentewet, artikel 18 lid 3 van de Wet bodembescherming en artikel 2.2b van het besluit omgevingsrecht;

Overwegende dat:

- bij gemeentelijke verordening een interferentiegebied kan worden aangewezen ter voorkoming van interferentie tussen gesloten en open bodemenergiesystemen onderling of anderszins ter bevordering van een doelmatig gebruik van bodemenergie;
- dit tot gevolg heeft dat voor het installeren van een gesloten bodemenergiesysteem een omgevingsvergunning verplicht wordt;
- het nodig is dat negatieve interferentie wordt voorkomen en dat daarom een vergunningplicht voor een gesloten bodemenergiesysteem dat is gelegen binnen een interferentiegebied wenselijk is;
- het wenselijk is nadere voorschriften te bepalen om interferentie tussen bodemenergiesystemen te voorkomen en om het meest doelmatige gebruik van bodemenergiesystemen te bevorderen;

BESLUIT

- vast te stellen de Verordening Aanwijzen interferentiegebied gesloten bodemenergiesystemen Haarlemmermeer

VERORDENING AANWIJZEN INTERFERENTIEGEBIED GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN HAARLEMMERMEER

Artikel 1 Begrippen

Deze verordening verstaat onder:

a. gesloten bodemenergiesysteem: installatie waarmee, zonder grondwater te onttrekken en na gebruik in de bodem terug te brengen, gebruik wordt gemaakt van de bodem voor de levering van warmte of koude ten behoeve van de verwarming of koeling van ruimten in bouwwerken of processen die verband houden met de activiteiten in deze bouwwerken, door middel van een gesloten circuit van leidingen, met inbegrip van het bovengrondse deel van de installatie;
b. open bodemenergiesysteem: installatie waarmee van de bodem gebruik wordt gemaakt voor de levering van warmte of koude ten behoeve van de verwarming of koeling van ruimten in bouwwerken of processen die verband houden met de activiteiten in deze bouwwerken, door grondwater te onttrekken en na gebruik in de bodem terug te brengen, met inbegrip van het bovengrondse deel van de installatie;
c. interferentiegebied: een of meerdere gebieden binnen de gemeente Haarlemmermeer waarin ordening van bodemenergiesystemen wenselijk is met het oog op het voorkomen van negatieve onderlinge beïnvloeding van meerdere bodemenergiesystemen of anderszins ter bevordering van het doelmatig gebruik van bodemenergie.

Artikel 2 Aanwijzing interferentiegebieden

Ter voorkoming van interferentie tussen gesloten (en tussen gesloten en open) bodemenergiesystemen onderling of anderszins ter bevordering van een doelmatig gebruik van bodemenergie, worden de gebieden conform de bij deze verordening behorende kaarten in de bijlagen aangewezen tot interferentiegebied in de zin van artikel 2.2b Besluit omgevingsrecht.

Artikel 3 Aanleg gesloten bodemenergiesystemen binnen interferentiegebied

1. Het is verboden om zonder vergunning van het college van burgemeester en wethouders (een omgevingsvergunning beperkte milieutoets) een gesloten bodemenergiesysteem binnen een interferentiegebied aan te leggen.
2. In aanvulling op artikel 5.13b van het Besluit omgevingsrecht weigert het college van burgemeester en wethouders de in lid 1 genoemde vergunning, als niet voldaan wordt aan de eisen zoals opgenomen in het bodemenergieplan.

Artikel 4 Inwerkingtreding

Deze verordening treedt in werking op de dag na die waarop zij is bekendgemaakt.

Artikel 5 Citeertitel
Deze verordening kan worden aangehaald als 'Verordening Aanwijzen interferentiegebied gesloten bodemenergiesystemen Haarlemmermeer'.

Aldus vastgesteld in de openbare raadsvergadering van de gemeente Haarlemmermeer op (datum) 2021.

de griffier,	de voorzitter,
J. van der Rhee B.ha	M.H.F. Schuurmans-Wijdeven

Bijlagen

- Interferentiegebied Hoofddorp Centrum
- Interferentiegebied Schipholtradepark


Interferentiegebied
Hoofddorp Centrum
Haarlemmermeer
De Hoek
Weg Om de Noord
Hoofdweg
HOOFDDORP
ZUIDTANGENT ZTK
Kruisweg
Van Heuven Goedhartlaan
Spoorlaan
Pad om de Noord
Industrieterrein Noord
Beukenhorst West
Beukenhorst Oost
Beukenhorst Zuid
De President
Graan voor Visch Zuid
0
0,5
1 Km
N


Interferentiegebied
Schiphol Trade Park
De Hoek
Beukenhorst West
Beukenhorst Oost
Beukenhorst Zuid
De President
Graan voor Visch Zuid
ZUIDTANGENT ZTK
Van Heuven Goedhartlaan
Kruisweg
Spoorlaan
Rijnlanderweg
Nelson Mandela dreef
Rijksweg A4
Aalsmeerdertocht
0
0,5
1 Km
N

Bijlage 1 Uitleg bodemenergiesystemen en Rol gemeente

1. Waarom bodemenergie

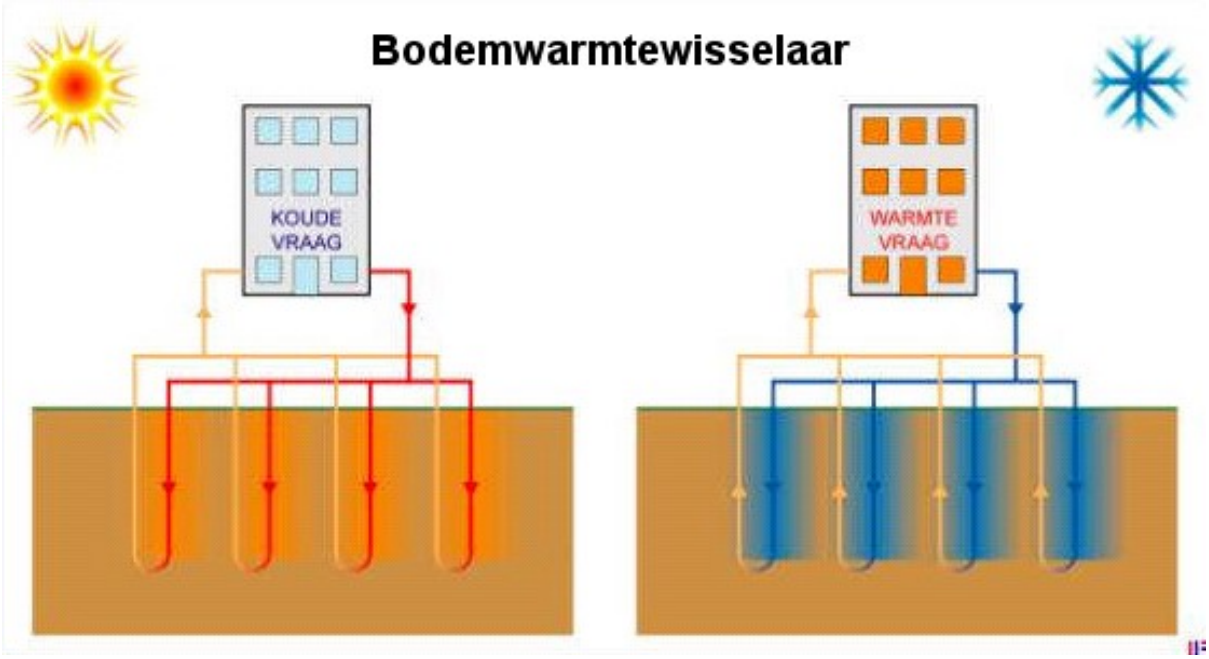
In het Klimaatakkoord is afgesproken dat de gebouwde omgeving voor 2050 van het aardgas af gaat. Nieuwbouw mag sinds juli 2018 niet meer worden aangesloten op aardgas. Daarom wordt bij nieuwbouw gezocht naar alternatieve warmtebronnen. Er zijn verschillende alternatieven om gebouwen te verwarmen. Eén daarvan is bodemwarmte.

Bodemenergie is het gebruik van warmte of koude in de ondiepe ondergrond. Met bodemenergie kunnen onder meer gebouwen, woningen, kassen en fabrieken op een duurzame manier worden verwarmd en gekoeld. Bodemwarmte kan zowel individueel als collectief in de vorm van een warmtenet worden toegepast.

2. Hoe werken bodemenergiesystemen

Bodemenergiesysteem maken gebruik van de warmte of koude die van nature aanwezig is in de bodem en het grondwater. Deze warmte en/of koude wordt gebruikt voor verwarming en koeling van gebouwen of processen. Er kan hierbij onderscheid worden gemaakt tussen open en gesloten bodemenergiesystemen.

Gesloten systemen
Gesloten systemen, ook wel bodemwarmtewisselaars genoemd, bestaan uit flexibele kunststof lussen in de bodem waarmee warmte en koude aan de bodem wordt onttrokken door middel van geleiding. Een veel gebruikte naam voor deze systemen is daarom 'bodemwarmtewisselaar'. Bij gesloten bodemenergiesystemen wordt geen grondwater verplaatst. Gesloten systemen hebben over het algemeen een luslengte van circa 50 tot 200 meter beneden maaiveld. Deze systemen zijn met name geschikt voor lagere temperatuurbehoeften en individuele woningen. Een systeem kan al rendabel zijn bij één woning. Daarnaast worden gesloten systemen ook toegepast bij kleine utiliteitsbouw (scholen, kleine kantoren), maar in toenemende mate ook bij grotere ontwikkelingen, zoals kantoorgebouwen en appartementencomplexen). Een groot voordeel van gesloten bodemenergiesystemen is dat een bodemzijdige energiebalans niet nodig is om efficiënt te kunnen werken. Deze regelgeving maakt ook dat de bodemlussen veelal koude creëren in de bodem.



Open bodemsystemen (Warmte Koude opslag)
Bij deze bodemenergiesystemen worden onttrekkings- en infiltratiebronnen gemaakt. Het grondwater pompt men vervolgens eerst uit de bron of aquifer omhoog. En vervolgens wordt het grondwater na gebruik voor verwarming en of verkoeling weer terug in de bodem gebracht (geïnjecteerd/geretourneerd).

Bij een open bodemenergiesysteem wordt grondwater onttrokken. In de winter wordt grondwater uit de warme bron opgepompt en bijgewarmd door een warmtepomp voor verwarming. Het afgekoelde water wordt teruggepompt. Na ongeveer een half jaar wordt de circulatierichting omgedraaid. In de zomer wordt grondwater uit de koude bron gebruikt voor koeling. Het opgewarmde water wordt in de warme bron gepompt. De bronnen kunnen op enige afstand naast elkaar gelegen zijn of onder elkaar in verschillende watervoerende pakketten. De diepte van de bronnen varieert meestal van 20 tot 300 meter onder maaiveld. De categorie van open systemen kan nader onderscheiden worden naar concepten met één of meer bronnen (monobron of doublet) en met wél of géén opslag van de warmte of koude.

3. Mogelijke negatieve gevolgen van bodemenergiesystemen

Bodemenergie kent ook (potentiële) negatieve gevolgen voor de bodem en het grondwater. Systemen worden tot diep in de bodem geplaatst en kunnen mogelijk schade veroorzaken aan bodemlagen. Een voorbeeld is dat scheidende bodemlagen bij doorboring niet goed worden afgedicht. Waardoor water uit verschillende lagen met elkaar vermengt. Te grote temperatuurveranderingen in de bodem kunnen invloed hebben op de biologische activiteit van bodemorganismen en mogelijk het chemische evenwicht. Ook kunnen gesloten systemen soms gaan lekken, waardoor milieuvreemde stoffen in de bodem terechtkomen. Open systemen kunnen leiden tot veranderingen van de grondwaterstand en -stroming, wat mogelijk gevolgen kan hebben op het aantrekken van verontreinigingen, bodemdaling of het grondwaterpeil.
De negatieve gevolgen kunnen worden beperkt door een zorgvuldige aanleg, beheer en beëindiging van de systemen. Zo moeten doorboorde kleilagen worden afgedicht en lekkage van koelvloeistof in de bodem worden voorkomen. Dit vraagt om randvoorwaarden die worden geborgd in algemene regels en in de vergunning. Als een gebied wordt aangewezen als interferentiegebied geldt in dat gebied voor alle systemen vergunning plicht (zie onder)

Met de volgende vier pijlers worden de belangen beschermd die in wet- en regelgeving vanuit de centrale overheid of door de eigen gemeente van kaders zijn voorzien. Het doel daarbij is bescherming van de volgende belangen die borgen dat de ondergrond zo doelmatig mogelijk wordt gebruikt en beschermd:

- Kwaliteit (grond)water
- Bodemkwaliteit
- Energierendement
- Ordeningsaspecten

Met de Omgevingswet die naar verwachting 1 juli 2022 van kracht wordt gaat de toezichthoudende taak over van gemeentes naar omgevingsdiensten. Onze omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied bereid zicht momenteel voor op de invulling van deze taak.

4. Rol Gemeente Haarlemmermeer en waarom interferentiegebieden aanwijzen

Bij grootschalige toepassing van bodemenergie neemt de drukte in de ondergrond sterk toe en zal er bij strijdige belangen goed over de inpassing van bodemenergie moeten worden nagedacht. Daarnaast is het belangrijk om suboptimale bodemenergiesystemen te voorkomen. Zo kan er tussen bodemenergiesystem interferentie optreden. Negatieve interferentie betekent dat systemen de temperatuur in elkaars nabijheid zodanig veranderen dat het rendement van die systemen nadelig wordt beïnvloed, waardoor deze niet (goed) meer kunnen functioneren. Het totale potentieel van de ondergrond kan optimaal worden gebruikt als er geen negatieve interferentie tussen bodemenergiesystemen onderling of nadelige beïnvloeding van andere ondergrondse functies optreedt.

Voor de open bodemsystemen is de provincie het bevoegd gezag en is er altijd vergunningplicht. Voor de gesloten systemen is de gemeente het bevoegd gezag. Voor gesloten systemen tot 70 kW is enkel een melding in het kader van de Wet milieubeheer nodig. Hierdoor kan de gemeente niet sturen. Door het aanwijzen van een interferentiegebied vallen alle gesloten systemen binnen dat gebied onder de omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM). Dit is een simpele vergunning.

5. Wanneer een gebied aanwijzen als interferentiegebied

Ondoelmatig gebruik van bodemenergie kan met de aanwijzing van interferentiegebieden en het opstellen van bodemenergieplannen voorkomen worden. Het gaat daarbij om een zo goed mogelijk rendement van een systeem op een bepaalde locatie en om de totale energieproductie van meerdere systemen in een gebied.

De gemeente bepaalt wanneer het aanwijzen van een interferentiegebied noodzakelijk of wenselijk is, dit kan ook op verzoek van ontwikkelaars zijn. De aanwijzing geeft ook bescherming aan grote collectieve, meer efficiënte bodemenergiesystemen. Dergelijke systemen hebben vaak een lange voorbereidingstijd en kunnen belemmerd worden door kleine, snelle initiatieven. Ook kunnen in een interferentiegebied zones voor ‘koude bellen’ en voor ‘warme bellen’ aangewezen worden, waardoor negatieve invloed tussen nabijgelegen open systemen wordt voorkomen.

6. Gevolgen aanwijzen interferentiegebieden

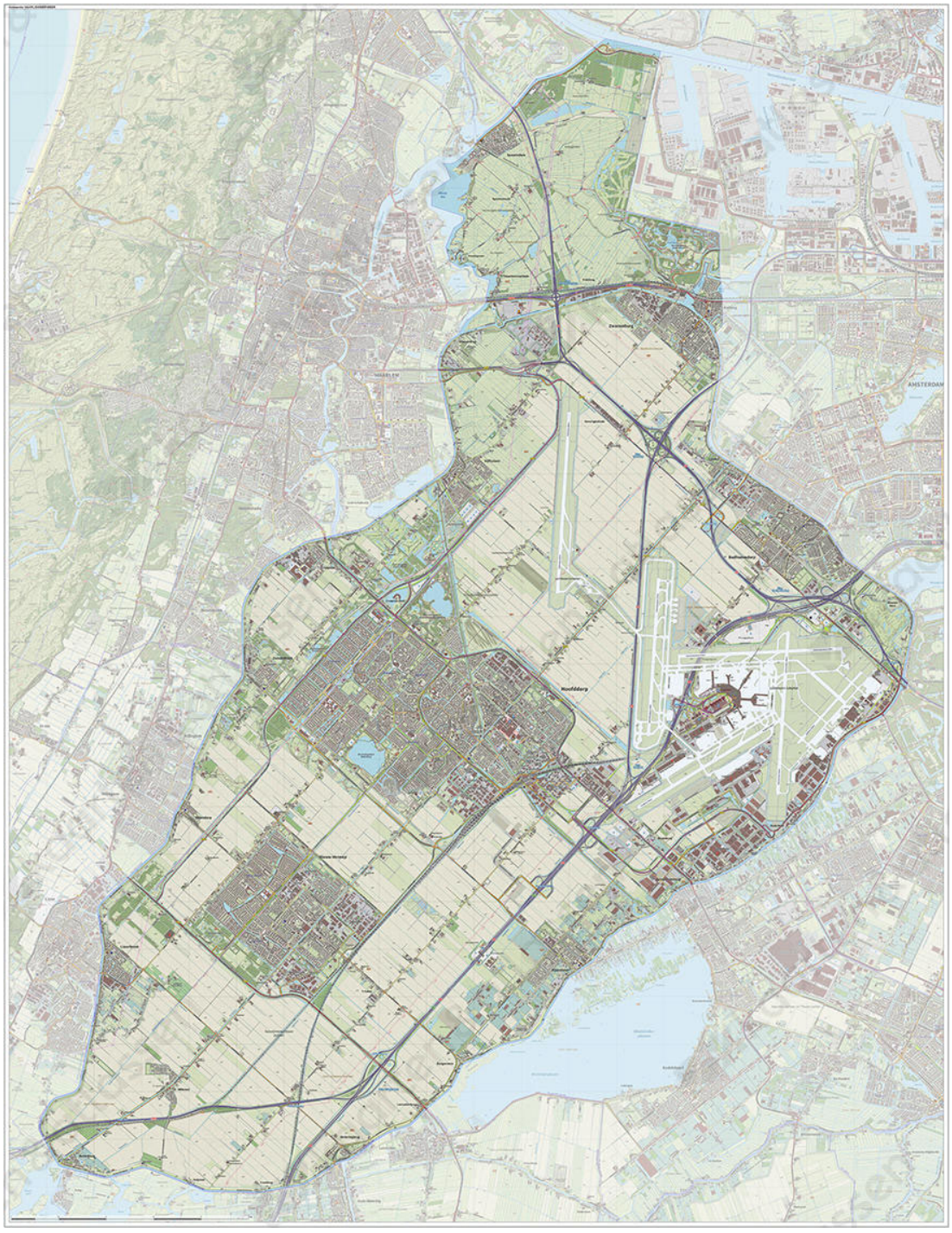
Als een gebied is aangewezen als interferentie gebied zijn alle bodemenergiesystemen (open en gesloten) vergunning plichtig, zodat de optimale ordening getoetst kan worden. De gemeente biedt met de aanwijzing tot interferentiegebied coördinatie en zekerheid aan ontwikkelaars, bouwers en bewoners voor hun bodemsysteem. Het biedt de partijen de vrijheid hun eigen bodemenergiesysteem te ontwerpen, mits binnen de randvoorwaarden voor de hoeveelheid en plaats van de af te nemen energie (bodemenergiebudget). Alleen systemen die voldoen aan de regels voor het interferentiegebied (gemeentelijke regels voor gesloten systemen, provinciale regels voor open systemen), krijgen een vergunning. Die beleidsregels worden veelal gebaseerd op een technische studie (bodemenergieplan) waarin wordt uitgewerkt hoe de ondergrondse ruimte zo efficiënt mogelijk kan worden gebruikt voor de verwachte (open en of gesloten) bodemenergiesystemen. Het bodemenergieplan wordt specifiek voor een locatie opgesteld en in het plan kan de gemeente ook naast de algemeen geldende wettelijke bepaling specifieke (lokale) eisen opnemen.
De gemeente stuurt met de beleidsregels alleen de gesloten systemen aan. In de beleidsregels voor de gesloten systemen kan wel worden opgenomen dat gesloten systemen niet zijn toegestaan op bepaalde locaties of bepaalde diepten, omdat daar voorkeur is voor de installatie van open systemen. Daarom is het van groot belang dat gemeente en provincie de beleidsregels op elkaar afstemmen.

7. Geschiktheid van de bodem in Haarlemmermeer voor bodemenergiesystemen

Bureau VHGM heeft voor gemeente Haarlemmermeer onderzocht hoeveel bodemenergie in Haarlemmermeer in potentie aanwezig is en wat de risico's zijn van het toepassen van deze energievorm (zie bijlage "Advies grootschalige toepassing van bodemenergie in de Haarlemmermeer").
Op basis van de bodemopbouw is de capaciteit berekend voor open bodemenergiesystemen. Op basis hiervan kan worden gesteld dat de bodem in theorie toereikend zal zijn voor de totale energievraag. Voor nieuwbouw is het mogelijk minimaal 4000 woningen per vierkante kilometer te voorzien. Voor bestaande bouw is het minimaal 2600 woningen per vierkante kilometer. Voor gesloten systemen is vastgesteld dat op elke locatie ca. 2000 woningen per vierkante kilometer kunnen worden voorzien. Gesloten bodemenergiesystemen zijn in mindere mate afhankelijk van de bodemopbouw.

Met betrekking tot risico's bij toepassing van bodemenergie is naar voren gekomen dat alleen het risico van artesisch grondwater als groot kan worden gezien zowel bij de aanleg van gesloten als open bodemenergiesystemen. Artesisch grondwater is water dat in diepere bodemlagen onder druk staat. Wanneer dit water wordt aangeboord zonder maatregelen zal dit leiden tot overstromingen aan het oppervlak. In dat geval komen zeer grote hoeveelheden zout water vrij. Om dit te voorkomen zullen enkele maatregelen worden voorgeschreven bij de boorwerkzaamheden en bij het aanvullen van het boorgat. Andere risico's worden door adviesbureau VHGM als matig beschouwd onder andere omdat het niet overal in Haarlemmermeer een risico vormt. Bij onjuiste afdichting van slecht doorlatende lagen in de ondergrond bij de aanleg (boren en putafwerking) van bodemenergiesystemen kan er lekkage ontstaan, wat vooral in kwelgevoelige gebieden onwenselijk is. Het Hoogheemraadschap van Rijnland denkt mee over voorschriften in de bodemenergieplannen om problemen te voorkomen.

Advies grootschalige toepassing van bodemenergie in de Haarlemmermeer



Dit rapport is opgesteld in opdracht van
Gemeente Haarlemmermeer

KENMERK 9457/200110/DvH | **DATUM** 30 april 2021 | **STATUS** Definitief

Documentbeheer

Concept

	Naam	Datum	Paraaf
Opgesteld door	Hans van Hateren	10 december 2020	
	Martijn van Leer	18 december 2020	
Goedgekeurd door	Dick van Harlingen	25 januari 2021	

Definitief

	Naam	Datum	Paraaf
Opmerkingen verwerkt door	Martijn van Leer	28 april 2021	
Goedgekeurd door	Dick van Harlingen	30 april 2021	
Goedkeuring opdrachtgever	.....	.....	

De volgende partijen zijn betrokken bij het tot stand komen van dit rapport

Opdrachtgever

Naam	Gemeente Haarlemmermeer Cluster ruimte, economie en duurzaamheid
Bezoekadres	Raadhuisplein 1 2132 TZ Hoofddorp
Contactpersoon	Michelle Koppert
Telefoonnummer	
E-mailadres	info@haarlemmermeer.nl

Adviseur bodemenergie

Naam	VHGM
Adres	Mariastraat 44 2181 CV Hillegom
Contactpersoon	Dhr. ing. D.S. van Harlingen
Telefoonnummer	(023) 584 11 22
E-mailadres	info@vhgm.nl

Adviseur Biodiversiteit en ecologie

Naam	Habitus
Adres	Tolnasingel 3 2411 PV Bodegraven
Contactpersoon	Mw. Isabelle Bense
Telefoonnummer	(0172) 20 40 60
E-mailadres	info@habitus.nl

INHOUDSOPGAVE

1 SAMENVATTING 7

1.1 Inleiding 7
1.2 Risico's 7
1.3 Capaciteit 8
1.4 Interferentiegebieden en bodemenergieplannen 8

2 INLEIDING 10

2.1 Projectbeschrijving 10
2.2 Inhoud van het advies 10
2.3 Gebruikte informatie 11

3 INLEIDING BODEMENERGIE 12

3.1 Inleiding tot effecten van open bodemenergiesystemen 12
3.2 Inleiding tot effecten van gesloten bodemenergiesystemen 13
3.3 Regeneratie 13

4 GEOHYDROLOGIE VAN DE HAARLEMMERMEER 14

4.1 Maaiveldhoogte 14
4.2 Bodemopbouw 14
4.3 Stijghoogten van de watervoerende pakketten 16

5 EFFECTEN EN RISICO'S VAN DE GROOTSCHALIGE INZET VAN BODEMENERGIE 17

5.1 Inleiding 17
5.2 Risico op vergroting van het probleem van zoute kwel 17
5.2.1 Inleiding 17
5.2.2 Huidige situatie 18
5.2.3 Effecten van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op de hoeveelheid (zoute) kwel 18
5.2.4 Tijdsspanne en omkeerbaarheid van het effect van open bodemenergiesystemen op (zoute) kwel 20
5.2.5 Invloed van klimaatverandering op de effecten 20
5.2.6 Conclusie 21
5.3 Risico op het ontstaan van wellen door de inzet van bodemenergie 21
5.3.1 Inleiding 21
5.3.2 Huidige situatie 21
5.3.3 Risico van de grootschalige inzet van bodemenergie op het ontstaan van nieuwe wellen 22
5.3.4 Tijdsspanne van de risico's 24
5.3.5 Omkeerbaarheid van het ontstaan van nieuwe wellen 24
5.3.6 Invloed van klimaatverandering op de effecten 24
5.3.7 Conclusie 25
5.4 Risico's met betrekking tot het mengen van zoet, brak en zout grondwater 25
5.4.1 Inleiding 25
5.4.2 Huidige situatie 25
5.4.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op het risico 26
5.4.4 Tijdsspanne van het effect 27
5.4.5 Omkeerbaarheid 27
5.4.6 Invloed van klimaatverandering op de effecten 28
5.4.7 Conclusie 28
5.5 Risico op artesisch water bij boorwerkzaamheden 28
5.5.1 Inleiding 28
5.5.2 Huidige situatie 28
5.5.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op het risico 29
5.5.4 Tijdsspanne van het risico 30
5.5.5 Effect van klimaatverandering op het risico 30
5.5.6 Conclusie 30

5.6 Risico op bronverstoppingen 31
5.6.1 Inleiding 31
5.6.2 Huidige situatie 31
5.6.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op het risico 31
5.7 Invloed andere belangen op de kans op bronverstoppingen 31
5.7.1 Tijdsspanne van het effect 31
5.7.2 Omkeerbaarheid 32
5.7.3 Invloed van klimaatverandering op de effecten 32
5.7.4 Conclusie 32
5.8 Grondwaterstroming 32
5.8.1 Inleiding 32
5.8.2 Huidige situatie 33
5.8.3 Effect van de grootschalige inzet van bodemenergie op het risico 33
5.8.4 Invloed van klimaatverandering op het risico 33
5.8.5 Conclusie 34
5.9 Effecten op oxidatie van veenweidegebieden 34
5.9.1 Inleiding 34
5.9.2 Huidige situatie 34
5.9.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op veenafbraak 35
5.9.4 Tijdsspanne van het effect en omkeerbaarheid 35
5.9.5 Invloed van klimaatverandering 35
5.9.6 Conclusie 36
5.10 Risico's met betrekking tot het verspreiden van bestaande verontreinigingen 36
5.10.1 Inleiding 36
5.10.2 Huidige situatie en risico's omtrent de grootschalige inzet van bodemenergie 36
5.10.3 Tijdsspanne van het effect 38
5.10.4 Omkeerbaarheid 38
5.10.5 Invloed van klimaatverandering op de effecten 38
5.10.6 Conclusie 38
5.11 Kans op het introduceren van nieuwe verontreinigingen 39
5.11.1 Inleiding 39
5.11.2 Conclusie 39
5.12 Effecten op bodemleven en biodiversiteit 40
5.12.1 Inleiding 40
5.12.2 Conclusie 40

6 BEHEERSING VAN RISICO'S IN HET ONTWERP EN DE UITVOERING VAN BODEMENERGIESYSTEMEN 41

6.1 Inleiding 41
6.2 Aandachtspunten bij boorwerkzaamheden 41
6.2.1 Inleiding 41
6.2.2 Werkruimte 41
6.2.3 Werkwater 41
6.2.4 Verhoogd opstellen 41
6.2.5 Boorspoeling 42
6.2.6 Verlengde voorbuis 42
6.3 Aandachtspunten bij het aanvullen van boringen 42
6.3.1 Inleiding 42
6.3.2 Laagdetectie 42
6.3.3 Afdichting van scheidende lagen met bentoniet of grout 43
6.3.4 Aanvullen van deklaag met grout 43
6.4 Uit bedrijf nemen van bodemenergiesystemen 43
6.5 Aandachtspunten voor hoge-temperatuur opslagtanks 43
6.6 Aandachtspunten en kansen van leidingwerk 44
6.7 Locaties voor technische ruimten en bronnen op openbare grond 44

7 POTENTIE VOOR BODEMENERGIESYSTEMEN 45

7.1 Open systemen 45
7.1.1 Doorlaatvermogens van de watervoerende pakketten 45

7.1.2 Capaciteit van WVP3 46
7.2 Gesloten bodemenergiesystemen 49
7.3 Combinatie gesloten en open systemen 50

8 AANVULLENDE BELEIDSREGELS EN INTERFERENTIEGEBIEDEN 51
8.1 Inleiding 51
8.2 Aanvullende beleidsregels voor de hele gemeente 51
8.3 Interferentiegebieden en bodemenergieplannen 51
8.3.1 Advies interferentiegebieden 53

9 BEGRIPPENLIJST 55

10 BIJLAGEN

Bijlage 1 Tabel risico's ten gevolge van grootschalige toepassing van bodemenergie
Bijlage 2 Kaart risico's en interferentiegebieden
Bijlage 3 Rekenmethodieken en uitgangspunten
Bijlage 4 Verkennend onderzoek effecten bodemenergie op biodiversiteit (Habitus)

1 Samenvatting

1.1 Inleiding

In dit rapport is onderzoek gedaan naar de risico's van grootschalige toepassing van bodemenergie, op basis van de bodemopbouw en de hydrologische situatie in de gemeente Haarlemmermeer. Gebieden waar reële risico's kunnen optreden, zijn in kaart gebracht en mogelijke beheersmaatregelen zijn voorgesteld. Tevens is de capaciteit en de potentie van de bodem bepaald. Op basis van de risico's en de potentie van de bodem zijn gebieden vastgesteld, waarbij het opstellen van bodemenergieplannen en de toewijzing van interferentiegebieden een duidelijke meerwaarde hebben.

1.2 Risico's

Een groot aantal risico's is onderzocht en besproken. De samenvatting is te vinden in de tabel 1.1 op bladzijde 9.

De risico's zijn ingedeeld in drie categorieën:

- Klein; de kans op optreden is klein en de gevolgen zijn gering;
- Matig; lokaal is de kans op optreden aanwezig, het is mogelijk de gevolgen te beheersen. Deze risico's zijn beperkt bij individuele systemen, maar er is wel sprake van een risico bij grootschalige toepassing van bodemenergie;
- Groot; de kans op optreden is groot, de gevolgen zijn ernstig. Deze punten zijn ook bij individuele systemen van toepassing.

Uit bovenstaand overzicht blijkt dat alleen artesisch grondwater een risico draagt, hetgeen als groot wordt aangemerkt. Artesisch grondwater houdt in dat het water in diepere bodemlagen onder druk staat. Wanneer dit water wordt aangeboord zonder maatregelen zal dit leiden tot overstromingen aan het oppervlak. In dat geval komen zeer grote hoeveelheden zout water vrij. Dit risico is te beheersen door afdoende maatregelen te nemen tijdens de aanleg.

Verder zijn er een aantal punten als matig risico aangeduid. Deze punten vatten we hieronder samen:

- <u>Ontstaan van wellen</u>
  In het overgrote deel van de Haarlemmermeerpolder is dit risico niet aanwezig door de aanwezigheid van voldoende scheidende lagen. Er zijn gebieden waar voldoende scheidende lagen niet of nauwelijks aanwezig zijn en daar bestaat het risico op het ontstaan van wellen door het opbarsten van sloten. Dit is met name in het noordelijke deel van de gemeente het geval. Effectberekeningen voor individuele systemen kunnen het opbarsten van wellen in sloten voorkomen. Voor grootschalige toepassing van bodemenergie is het wenselijk in deze gebieden op voorhand te sturen op de plaatsing van systemen. Dit kan met behulp van een bodemenergieplan worden gerealiseerd.

- <u>Vermenging zoet en zout water</u>
  In het overgrote deel van de Haarlemmermeer is geen of nauwelijks zoet water aanwezig in de ondergrond. Door de plaatsing van open bodemenergiesystemen op grote diepte met voldoende scheidende lagen zal zoet en zout water niet vermengd kunnen worden. In de omgeving van Nieuw-Vennep ligt de grens tussen zoet en zout water dieper en is de kans groter dat de grens verplaatst wordt. In dit gebied is een bodemenergieplan wenselijk ter voorkoming van beweging van de grens.

- <u>Rendementsverlies en interferentie door grondwaterstroming</u>
  Hoge stroomsnelheden in het grondwater leiden tot een grote afstroming van de warme en koude bellen in de ondergrond. Dit kan ertoe leiden dat bodemenergiesystemen elkaar eerder beïnvloeden en dat kan leiden tot lagere rendementen. Hoge stroomsnelheden van het grondwater treden met name op aan de westelijke rand van de Haarlemmermeer. Ordening van bodemenergiesystemen is zeer zinvol om deze verliezen te beperken. Daarom adviseren wij een bodemenergieplan voor dit gebied.

- Verspreiding van verontreinigingen
  Bodemenergiesystemen zullen met name diepliggende verontreinigingen beïnvloeden. Deze zijn lokaal aanwezig, verspreid over de gemeente. Echter, deze verontreinigingen bevinden zich niet op de diepte waar de open systemen geplaatst zullen gaan worden. Het is wettelijk niet toegestaan bodemverontreinigingen te verplaatsen. Omdat de open bronnen zich zullen bevinden op diepten waar geen bodemverontreinigingen aanwezig zijn, is de kans dat verontreinigingen zich kunnen verplaatsen zeer klein. Het feit dat bodemverontreinigingen niet verplaatst mogen worden, beperkt wel de mogelijkheden voor bodemenergie. Dit geldt met name op plaatsen waar niet voldoende scheidende lagen aanwezig zijn. Hierdoor is mogelijk sturing nodig om de bodem alsnog zo efficiënt mogelijk te benutten zonder dat verplaatsing van de verontreiniging optreedt.

1.3 Capaciteit

Op basis van de bodemopbouw is de capaciteit berekend voor open bodemenergiesystemen. Op basis hiervan kan worden gesteld dat de bodem in theorie toereikend zal zijn voor de totale energievraag. Voor nieuwbouw is het mogelijk minimaal 4000 woningen per vierkante kilometer te voorzien. Voor bestaande bouw is het minimaal 2600 woningen per vierkante kilometer. Voor gesloten systemen is vastgesteld dat op elke locatie ca. 2000 woningen per vierkante kilometer kunnen worden voorzien. Gesloten bodemenergiesystemen zijn in mindere mate afhankelijk van de bodemopbouw.

1.4 Interferentiegebieden en bodemenergieplannen

Interferentiegebieden zijn gebieden waarbij extra regels van toepassing zijn met betrekking tot gesloten systemen. In afstemming met de provincie kunnen extra regels worden ingesteld voor open systemen. In veel gevallen wordt voor de toewijzing als interferentiegebied een bodemenergieplan opgesteld. Door middel van deze plannen kan aan de hand van verwachte energiebehoeftes en eigenschappen van de bodem worden bepaald wat er nodig is voor efficiënt gebruik van de bodem. Hierdoor wordt het voor elke gebruiker mogelijk om bodemenergie toe te passen.

Door op voorhand het gebied in te richten kan tevens worden berekend of er ongewenste effecten optreden en worden bepaald met welke extra regels deze effecten gemitigeerd worden. Op basis van de beschreven risico's zijn gebieden aangewezen waar, bij grootschalige toepassing van bodemenergie, mogelijk ongewenste effecten kunnen optreden. Uit de risicoanalyse blijken dit gebieden te zijn met beperkte scheidende lagen en de aanwezigheid van zoet water tot grote diepte (bijlage 2).

Om een efficiënt gebruik van de bodem te bewerkstelligen is het wenselijk bodemenergieplannen op te stellen bij een hoge dichtheid aan warmte- en koudegebruikers. Dit geldt tevens in gebieden waar hoge grondwaterstroomsnelheden voorkomen: in deze gebieden kan een goede ruimtelijke ordening van bodemenergiesystemen negatieve interferentie voorkomen en positieve interferentie bevorderen. In bijlage 2 zijn deze gebieden ook weergegeven.

Door druk op de beschikbare bovengrondse ruimte (parkeergarages, waterkeringen, beperkt onbebouwd eigen terrein) kan een efficiënte ruimtelijke ordening van bodemenergiesystemen ook in het gedrang komen. Afhankelijk van het aantal potentiële gebruikers van bodemenergie en de verwachte energievraag kan het dan wenselijk zijn om een bodemenergieplan te maken. Locaties die hier aanspraak op maken zijn met name ontwikkelgebieden in stadskernen, industrieterreinen en te realiseren nieuwbouwwijken die in meerdere fasen worden ontwikkeld.

Tabel 1.1 Risico's ten gevolge van grootschalige toepassing van bodemenergie

	Kwaliteit gegevens	Ernst gevolgen	Kans van optreden door bodemenergie	Omkeerbaarheid effect	Risico	Beheersmaatregel	Tijdsspanne	Invloed klimaat-verandering
Invloed op zoute kwel	Goed	Gering	Zeer klein	Volledig	Klein	Open systemen in WVP3	n.v.t.	Geen
Ontstaan van wellen	Goed	Ernstig	Lokaal aanwezig, met name bij afwezigheid van voldoende scheidende lagen	Niet mogelijk	Matig	Open systemen in WVP3, effectenberekeningen, ordening systemen	Direct na ingebruikname	Geen
Vermenging zoet en zout water	Goed	Matig	Lokaal aanwezig	Over lange periode	Matig	Open systemen in WVP3, ordening systemen	Het effect neemt na ingebruikneming toe met tijd	Gevolgen worden versterkt door klimaatverandering.
Artesisch grondwater	Goed	Zeer ernstig	In gehele gemeente aanwezig	Niet mogelijk	Groot	Verhoogd opstellen, beperken doorboren kleilaag, Protocol Hoogheemraadschap van Rijnland.	Bij aanleg en eventueel bij onderheid	Geen
Bronverstopping	Matig	Matig	Klein	n.v.t.	Klein	Open systemen in WVP3. Chemische analyses bij aanleg.	Enkele tot tientallen jaren	Verandering in energiebalans
Grondwaterstroming	Goed	Matig	Lokaal groot	n.v.t.	Matig	Ordening van open systemen	Enkele jaren	Geen
Oxidatie van veen	Zeer goed	Ernstig	Zeer beperkt	Niet mogelijk	Klein	Niet noodzakelijk	n.v.t.	Geen
Verspreiden van verontreinigingen	Matig	Matig	Lokaal aanwezig	Niet mogelijk	Matig	Saneren van verontreinigingen, Gebuisd boren, lagere debieten	Enkele jaren	Geen
Bodemleven en biodiversiteit	Goed	Klein	Klein	n.v.t.	Klein	n.v.t.	Enkele jaren	Geen

2 Inleiding

2.1 Projectbeschrijving

De gemeente Haarlemmermeer bereidt haar energietransitie voor middels een Transitievisie Warmte. Bodemenergie is een van de pijlers van deze energietransitie. Het aandeel van bodemenergie hangt niet alleen af van de rendabiliteit, maar ook van de te verwachten bodemcapaciteit en de risico's die aan deze vorm van duurzame energie zijn verbonden. Dit betreft algemene risico's van bodemenergie, maar ook risico's die specifiek van toepassing zijn op de gemeente Haarlemmermeer. In dit advies worden deze onderwerpen belicht en worden aanbevelingen gedaan omtrent de beheersing van risico's in het kader van grootschalige toepassing van bodemenergie en ondergrondse opslagtanks.

2.2 Inhoud van het advies

Het doel is om tot een holistisch en realistisch beeld van de effecten te komen, op korte en lange termijn, van grootschalige toepassing van bodemenergiesystemen in de Haarlemmermeer. Als belangrijk onderdeel hiervan is de potentie voor bodemenergie in de gemeente Haarlemmermeer onderzocht. Hiervoor wordt allereerst het verschil tussen open en gesloten bodemenergiesystemen beschreven (hoofdstuk 3). Vervolgens wordt de geohydrologische situatie van de gemeente Haarlemmermeer beschreven (hoofdstuk 4). In dit hoofdstuk komen de maaiveldhoogtes, de bodemopbouw en de stijghoogtes (waterdruk in de ondergrond) aan bod.

In hoofdstuk 5 worden de effecten en risico's van de grootschalige inzet van bodemenergie besproken. Deze onderwerpen worden in een vast stramien behandeld. Allereerst wordt de huidige situatie geschetst, vervolgens wordt aangegeven in welke richting en mate grootschalige inzet van bodemenergie deze situatie kan beïnvloeden en in welke tijdsspanne deze effecten optreden, tenslotte wordt aangegeven of de effecten omkeerbaar zijn en hoe klimaatverandering de effecten op de lange termijn beïnvloedt.

In hoofdstuk 6 wordt geschetst op welke manier risico's bij het ontwerp en de uitvoering van bodemenergiesystemen kunnen worden beheerst. Hierin komen alle zich buiten het gebouw afspelende onderdelen van de uitvoering en installatie aan bod: het boorproces, de bodemwarmtewisselaars, de hoge-temperatuur opslagtanks, het leidingwerk en de kansen omtrent plaatsing van technische ruimten op openbaar terrein.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 7 aan de hand van de geohydrologie de bodemenergiepotentie van de ondergrond van de gemeente Haarlemmermeer op de kaart weergegeven en vertaald naar het aantal wooneenheden dat met deze potentie kan worden verwarmd en gekoeld. Hierbij wordt tevens getoond hoe sturing door het bevoegd gezag (bijvoorbeeld middels interferentiegebieden) kan bijdragen aan een efficiëntere inzet van de beschikbare bodempotentie.

In hoofdstuk 8 worden onderdelen uit de voorgaande hoofdstukken samengenomen om te komen tot een advies voor beleidsregels en interferentiegebieden. Tenslotte is in hoofdstuk 9 een begrippenlijst opgenomen waarin de technische begrippen uit dit rapport worden verduidelijkt.

2.3 Gebruikte informatie

Voor het maken van deze studie is gebruikt gemaakt van de volgende informatie:

- Door de opdrachtgever verstrekte projectgegevens.
- De geologische modellen REGIS v2.2 en GeoTop v1.4 (TNO Geologische Dienst Nederland).
- Grondwatertools.nl.
- Informatie omtrent verontreinigingen en stortplaatsen in de Haarlemmermeer verstrekt door omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied.
- Het peilbesluit van hoogheemraadschap van Rijnland uit 2016.
- Het Uniforme Maatlat Rekenmodel 4.3.3 van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- Gegevens over het gemiddelde gasverbruik in Nederland, beschikbaar gesteld door Essent.
- Gegevens over de gemiddelde woningdichtheid en woningsamenstelling in de gemeente Haarlemmermeer uit het rapport "kijk op de wijk 3, deel 2", beschikbaar gesteld door de gemeente Haarlemmermeer.
- Effecten van klimaatverandering zijn gestoeld op de scenario's geschetst in het rapport "KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Centure – A Netherlands perspective;
- TNO-rapport 2007-U-R0357/B: Achtergrondstudie kwelreductietechnieken.
- Gualbert Oude Essink, TNO: Effect zeespiegelstijging op het grondwatersysteem in het kustgebied (2007).

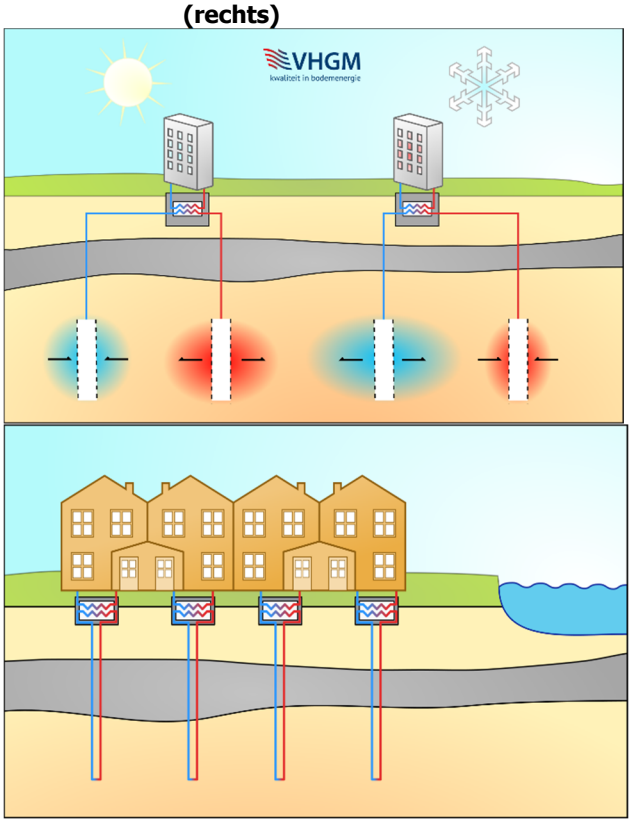
3 Inleiding bodemenergie

Bodemenergie wordt over het algemeen toegepast op twee manieren: middels open en gesloten bodemenergiesystemen (BES; afbeelding 3.1). Bij open bodemenergiesystemen (OBES) worden bronnen in de bodem geboord. Vanuit deze bronnen wordt grondwater onttrokken en geïnfiltreerd. Bij gesloten bodemenergiesystemen (GBES) worden bodemlussen ingebracht in de bodem. Door warmtegeleiding tussen de bodem en de bodemlussen wordt warmte of koude onttrokken. Bij gesloten bodemenergiesystemen wordt het grondwater niet onttrokken en geïnfiltreerd.

Open bodemenergiesystemen zijn rendabel voor relatief hoge vermogens, zoals hoogbouw en kantoren. Er zijn weinig boringen benodigd om hoge vermogens te leveren. Met OBES kunnen een groot aantal wooneenheden of utiliteit van warmte of koude worden voorzien. Gesloten bodemenergiesystemen zijn geschikt voor lagere vermogens, zoals individuele woningen, kleinere appartementencomplexen en kleinere utiliteitsgebouwen.

Om verder inzicht te verschaffen in de risico's is het van belang het verschil in de effecten van open en gesloten bodemenergiesystemen op hun omgeving te kennen.

Afbeelding 3.1 Een open bodemenergiesysteem (links) en een gesloten bodemenergiesysteem (rechts)



3.1 Inleiding tot effecten van open bodemenergiesystemen

De effecten van open bodemenergiesystemen op de omgeving worden bepaald door het debiet, de temperatuur en de grondwaterstroming. In de winter wordt in de koude bron geïnfiltreerd en uit de warme bron onttrokken en in de zomer vice versa. Hierdoor wordt in de infiltrerende bron de grondwaterstand tijdelijk verhoogd en in de onttrekkende bron tijdelijk verlaagd. In het andere seizoen is dit omgekeerd. Omdat de bronnen steeds wisselen van functie, zijn deze effecten tijdelijk en is er sprake van een omkeerprincipe van de bronnen.

De effecten van open bodemenergiesystemen zijn voornamelijk van toepassing op het watervoerende pakket waarin het systeem geplaatst is. Door scheidende lagen in de bodem (veelal klei) worden effecten in verticale richting gedempt. Hierdoor zullen open bodemenergiesystemen met filters op grote diepte minder effecten veroorzaken aan de oppervlakte dan systemen die ondieper zijn geplaatst. Over het algemeen worden open bodemenergiesystemen op dusdanige diepten aangelegd dat de effecten aan het oppervlak verwaarloosbaar zijn. Voorts moet voor de vergunning Waterwet aangetoond worden dat de effecten van het aan te leggen systeem binnen de perken blijven en niet leiden tot ongewenste risico's. Cumulatieve effecten door grootschalig gebruik van open bodemenergiesystemen in een relatief klein gebied op diepte kunnen echter wel leiden tot effecten op grotere afstand. Indien deze cumulatieve effecten leiden tot ongewenste risico's, kunnen deze beperkt worden door sturing op de plaatsing van bronnen. Hierbij kan worden gedacht aan een dambordpatroon, zodat koude en warme bronnen zich afwisselen.

Wanneer er sprake is van grondwater met verschillende samenstellingen in het dieptebereik van het bronfilter, kan het onttrekken en infiltreren op dit filter leiden tot vermenging van deze verschillende samenstellingen. Dit heeft implicaties voor verzilting en bronverstopping (H4.5, 4.7 en 4.10).

De thermische effecten van open bodemenergiesystemen bevinden zich voornamelijk op de diepte van de filters. Vanuit de Waterwet is de maximale infiltratietemperatuur 25°C en is de minimale infiltratietemperatuur 5°C. Per definitie wordt het grootste deel van de opgeslagen warmte en koude elk seizoen weer onttrokken.

3.2 Inleiding tot effecten van gesloten bodemenergiesystemen

Gesloten bodemenergiesystemen wisselen warmte en koude uit met de bodem door middel van transmissie. Hierdoor zijn er geen hydrologische effecten tijdens het gebruik. Wanneer echter bij de aanleg van dit soort systemen op grote schaal wordt geboord, kan dit leiden tot risico's tijdens de aanleg (paragraaf 5.3).

Gesloten bodemenergiesystemen zijn minder afhankelijk van de bodemopbouw dan open systemen. Zij hebben daardoor een relatief constante capaciteit. Deze capaciteit wordt voornamelijk beperkt door de dichtheid van de bodemlussen ten opzichte van elkaar en de interferentie die optreedt. Omdat gesloten bodemenergiesystemen niet in balans hoeven te zijn, komt het vaak voor dat de bodem netto afkoelt.

3.3 Regeneratie

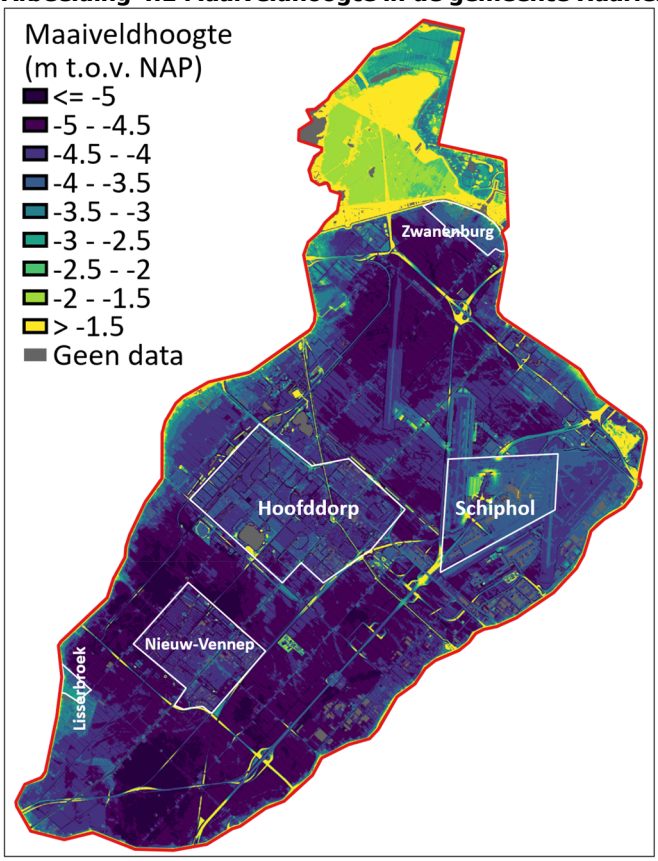
Bij open systemen is vanuit de provincie in principe een energetische bodembalans vereist om vergunningen te kunnen verlenen. Deze bodembalans is noodzakelijk om de bodem niet netto af te koelen of te verwarmen, hetgeen kan leiden tot uitputting van de bodem en grote mate van interferentie met andere systemen. Verschillende gebruiksfuncties van gebouwen hebben verschillende energieprofielen. Zo hebben woningen voornamelijk een warmtevraag en hebben kantoren en winkels voornamelijk een koudevraag. Het koude- of warmteoverschot dient geregenereerd (gecompenseerd) te worden met warme of koude bronnen. Dit kan lokale energie zijn vanuit de lucht of water (aquathermie), maar kan ook uit externe bronnen onttrokken worden, zoals afvalwater, datacenters, stadsverwarming, restwarmte uit industrie, etc.

4 Geohydrologie van de Haarlemmermeer

4.1 Maaiveldhoogte

De Haarlemmermeerpolder wordt grotendeels gekenmerkt door een maaiveld van -6 tot -4 m ten opzichte van N.A.P. (afbeelding 4.1). De bebouwde kernen (waaronder Schiphol) worden over het algemeen gekenmerkt door een iets verhoogde ligging door opgebrachte grond: -4.5 tot -3.5 m t.o.v. N.A.P. De diepe ligging van het maaiveld van de Haarlemmermeerpolder ten opzichte van zeeniveau en de direct omliggende gebieden zorgt voor een overdruk (kwel) in de watervoerende pakketten, hetgeen leidt tot verticale opwaartse stroming (kwel). Dit verhoogt het risico op (zoute) kwel en wellen en maakt een verhoogde booropstelling noodzakelijk bij een grondboring (bijvoorbeeld voor de realisatie van een bodemenergiesysteem). Deze risico's worden in hoofdstuk 5 behandeld. Het noordelijk deel van de gemeente Haarlemmermeer valt buiten de polder en is gekenmerkt door een aanzienlijk hogere maaiveldligging: -3 tot -1 m t.o.v. N.A.P.

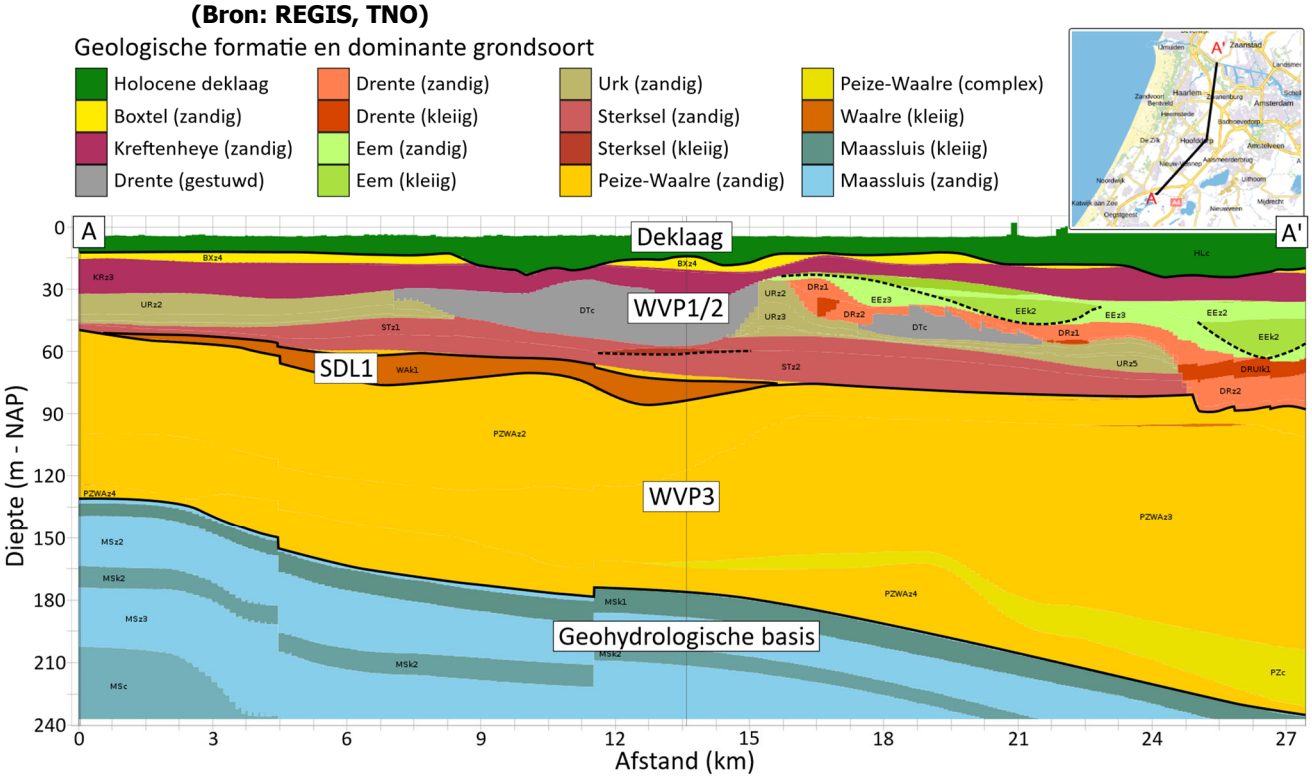
Afbeelding 4.1 Maaiveldhoogte in de gemeente Haarlemmermeer (bron: AHN)



4.2 Bodemopbouw

Dwarsdoorsneden van de bodem zijn bestudeerd om inzicht te verkrijgen in de opbouw van de ondergrond in de gemeente Haarlemmermeer. In afbeelding 4.2 is een doorsnede van het geohydrologische model REGIS v2.2 weergegeven. De opbouw van grondlagen in het gebied kan worden geschematiseerd door onderscheid te maken tussen lagen die slecht grondwater doorlaten en lagen die juist goed grondwater doorlaten en dus mogelijk geschikt zijn voor open bodemenergiesystemen. Lagen die water slecht doorlaten, worden scheidende lagen (SDL) genoemd en bestaan uit klei en/of veen. Lagen die water goed doorlaten, worden watervoerende pakketten (WVP) genoemd en bestaan uit zand en/of grind. Daarnaast onderscheiden we de over het algemeen slecht doorlatende bovenste laag (Holocene deklaag) en de basis waaronder naar verwachting geen bodemenergie zal worden toegepast (geohydrologische basis; afbeelding 4.2).

Afbeelding 4.2 Hydrogeologisch ZW-NO profiel door de gemeente Haarlemmermeer (Bron: REGIS, TNO)



Het in hoofdlijnen indelen van de ondergrond is in de gemeente Haarlemmermeer niet eenvoudig, omdat de opbouw van de ondergrond in de bovenste 50 à 90 meter ruimtelijk sterk varieert (afbeelding 4.2). In overeenkomst met de conventie zoals door de provincie Noord-Holland gehanteerd, onderscheiden we drie watervoerende pakketten waardoor we tot de volgende schematische opbouw komen:

- **De Holocene deklaag**, vernoemd naar het tijdperk waarin het is afgezet, is over het algemeen 6 tot 20 meter dik. Deze laag omvat zowel zandige als kleiige en venige eenheden en heeft daardoor een sterk wisselende doorlatendheid. De weerstand van deze laag tegen grondwaterstroming is van groot belang voor het tegengaan van zoute kwel. Op dit onderwerp wordt in hoofdstuk 5 dieper ingegaan.

- **WVP1 en WVP2** (globaal tussen 15 en 50 à 90 meter t.o.v. N.A.P.) bestaan uit tal van zandige eenheden, onderbroken door verspreid voorkomende scheidende lagen. Het onderscheid tussen de twee watervoerende pakketten is in een zeer groot deel van de Haarlemmermeer niet te maken door het ontbreken van een eenduidige scheidende laag. Om deze reden spreken we in het vervolg van dit rapport over WVP1/2. De stippellijnen in afbeelding 4.2 tonen de bovengrens van WVP2 in gebieden waar een dergelijk onderscheid wel zou kunnen worden gemaakt. Het feit dat WVP1/2 meerdere geologische formaties omvat, brengt enkele risico's met zich mee. De afwisselende geologie kan er namelijk voor zorgen dat het grondwater in deze pakketten van variërende kwaliteit is, hetgeen een verhoogde kans op bronverstoppingen geeft. Zo zijn sommige formaties kalkhoudend of bevatten ze plantenresten, terwijl andere juist kalkloos zijn of geen plantenresten bevatten.

  Verder is een deel van de in WVP1/2 voorkomende formaties gekenmerkt door bijmenging van silt (kleinere korrels dan zand, maar groter dan klei), hetgeen ook bronverstopping in de hand kan werken. Naast de hierboven beschreven risico's met betrekking tot bronverstopping, kan het relatief veelvuldig voorkomen van kleilagen in WVP1/2 ervoor zorgen dat er in deze watervoerende pakketten geen lange filtertrajecten kunnen worden geplaatst. Hierdoor worden grote onttrekkingen uit en infiltraties in deze pakketten bemoeilijkt. Tevens zal grootschalige toepassing in deze pakketten leiden tot ongewenste risico's aan de oppervlakte. In veel gevallen zullen grote open systemen in dit pakket niet vergund worden.

- **De Waalre klei** (SDL1, globale diepteligging tussen 50 en 80 m – N.A.P.) vormt in het zuidelijke en centrale deel van de Haarlemmermeerpolder een scheidende laag tussen WVP1/2 en WVP3. Deze laag heeft zijn noordelijke grens even ten noorden van het huidige bebouwde gebied van Hoofddorp. De laag kan belangrijk zijn ter voorkoming van het mengen van grondwater van verschillende kwaliteiten tussen WVP1/2 en WVP3. Dit onderwerp wordt in detail behandeld in hoofdstuk 5. Daarbij is de omvang van effecten in verticale richting sterk afhankelijk van de dikte van deze scheidende laag. Indien deze laag voldoende dikte heeft, zullen effecten van grootschalige bodemenergie richting het oppervlak nagenoeg nihil zijn.

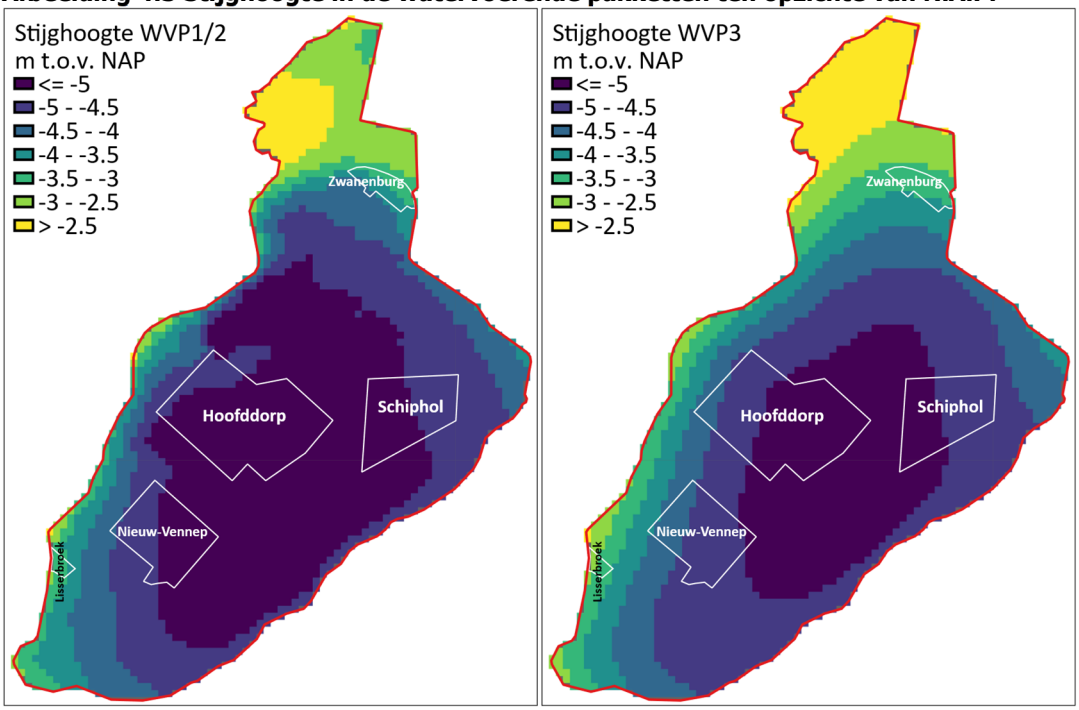
- **WVP3**, te weten de Formatie van Peize-Waalre. Dit watervoerende pakket neemt naar het noorden in dikte toe van 80 tot 150 meter en de diepteligging varieert van 50 tot 240 m – N.A.P. Deze formatie is voor het grootste deel zandig, maar er komen complexe eenheden in voor die mogelijk silt en/of klei bevatten. De kans op bronverstoppingen is in WVP3 lager dan in WVP1/2 door de homogenere samenstelling. Op dit onderwerp wordt in hoofdstuk 7 dieper ingegaan. Dit pakket is zeer goed geschikt voor de grootschalige toepassing van open bodemenergiesystemen.

- De hydrogeologische basis wordt gevormd door de Formatie van Maassluis. Deze formatie wordt over het algemeen gekenmerkt door een hogere weerstand vanwege het voorkomen van kleipakketten en een grotere bijmenging van silt in de zandige pakketten. Vanwege de sterk contrasterende samenstelling van dit pakket ten opzichte van de Formatie van Peize-Waalre, is het mengen van grondwater uit WVP3 en de geohydrologische basis af te raden.

4.3 Stijghoogten van de watervoerende pakketten

De stijghoogte van de watervoerende pakketten is van belang voor risico's omtrent boorwerkzaamheden en effecten van open bodemenergiesystemen. Afbeelding 4.3 toont de stijghoogte van de watervoerende pakketten. De stijghoogte van WVP3 is over het algemeen hoger dan die van WVP1/2. Daarnaast laten beide pakketten de hoogste stijghoogten zien aan de westelijke rand van de Haarlemmermeerpolder en in het noordelijk deel van de gemeente Haarlemmermeer.

Afbeelding 4.3 Stijghoogte in de watervoerende pakketten ten opzichte van N.A.P.



5 Effecten en risico's van de grootschalige inzet van bodemenergie

5.1 Inleiding

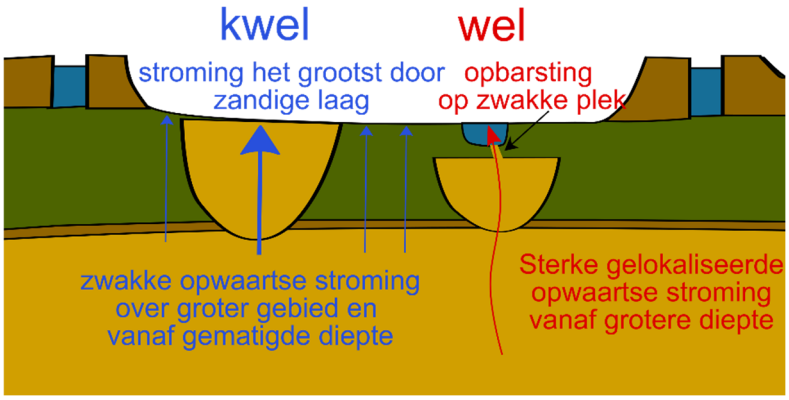
In dit hoofdstuk komen verscheidene risico's aan bod die verband houden met de inzet van bodemenergie. In elke paragraaf wordt het risico uitgelegd, de huidige situatie geschetst, het effect van bodemenergie op de huidige situatie verkend en het risico gekwantificeerd in termen van kans op voorkomen, tijdsspanne en omkeerbaarheid. Tenslotte wordt verkend of klimaatverandering mogelijk een vergroting of vermindering van de effecten tot gevolg heeft.

5.2 Risico op vergroting van het probleem van zoute kwel

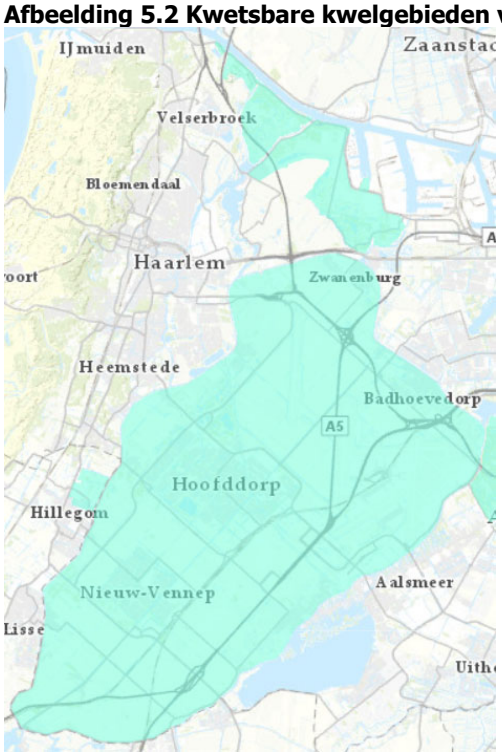
5.2.1 Inleiding

Kwel is het omhoog stromen van grondwater naar maaiveld of naar sloten, of tussen watervoerende pakketten. Met name zoute en brakke kwel zijn een probleem in de Haarlemmermeerpolder door de negatieve effecten op natuur en akkerbouw. Kwel is een proces waarbij grondwater door druk (positieve stijghoogte van WVP1/2 ten opzichte van de stijghoogte van het freatische pakket) via zandige lagen in de deklaag naar het oppervlak stroomt. Dit proces moet niet worden verward met wellen (afbeelding 5.1). Wellen worden beschreven in paragraaf 3.4. De gehele gemeente Haarlemmermeer, met uitzondering van het veenweidegebied, wordt door hoogheemraadschap van Rijnland omschreven als een "kwetsbaar kwelgebied" (afbeelding 5.2).

Afbeelding 5.1 Schematische weergave van de kwel- en welsituatie in de Haarlemmermeerpolder



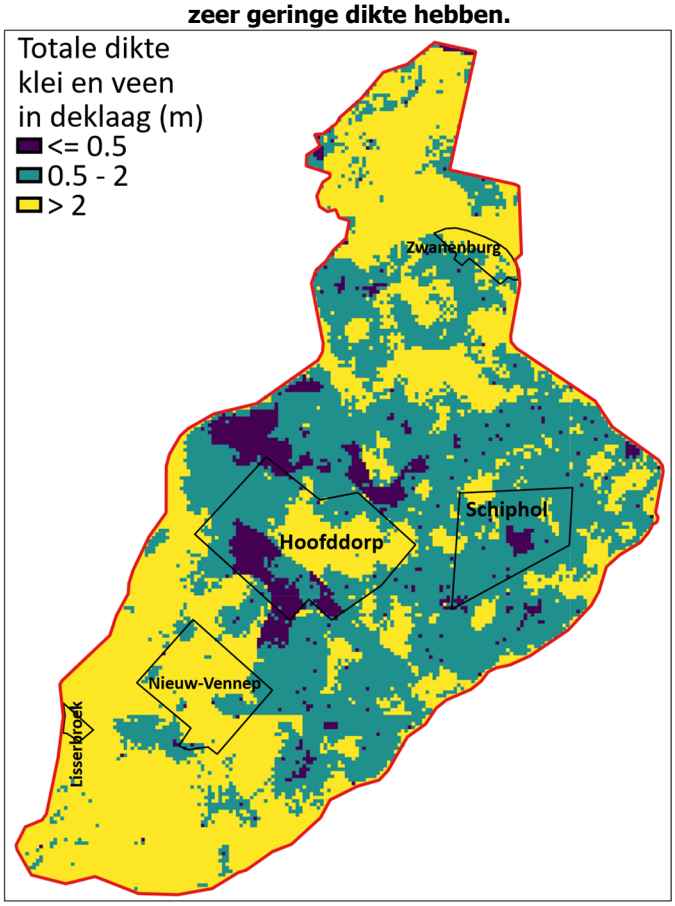
Afbeelding 5.2 Kwetsbare kwelgebieden volgens het Hoogheemraadschap van Rijnland



5.2.2 Huidige situatie

De hoeveelheid kwel is afhankelijk van het verschil in stijghoogte tussen WVP1/2 en het freatisch pakket en de weerstand van de deklaag. De kaart links in afbeelding 5.5 geeft de berekende hoeveelheid kwel weer voor de huidige situatie. De hoeveelheid kwel is hoog wanneer de deklaag voornamelijk uit zand bestaat, hetgeen met name voorkomt op plekken waar rivieren in het verleden de klei- en veenpakketten hebben doorsneden (afbeelding 5.1 en 5.3). Daarnaast is binnen deze plekken te zien dat de hoeveelheid kwel aan de westelijke rand van de Haarlemmermeerpolder het hoogst is. Dit heeft te maken met de hogere stijghoogte van WVP1/2 aldaar ten opzichte van het freatische peil.

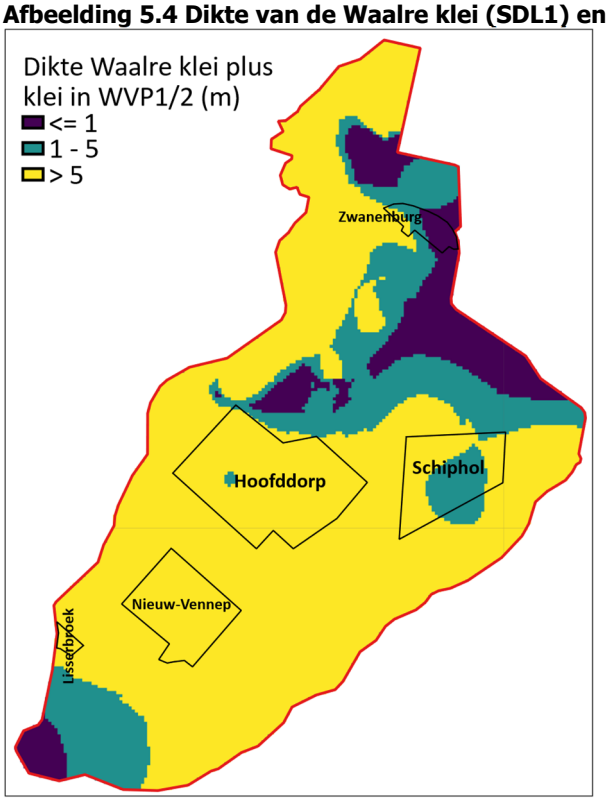
Afbeelding 5.3 Totale dikte van scheidende lagen (klei en veen) in de deklaag. Kwel komt alleen in significante hoeveelheden voor wanneer de scheidende lagen afwezig zijn of een zeer geringe dikte hebben.



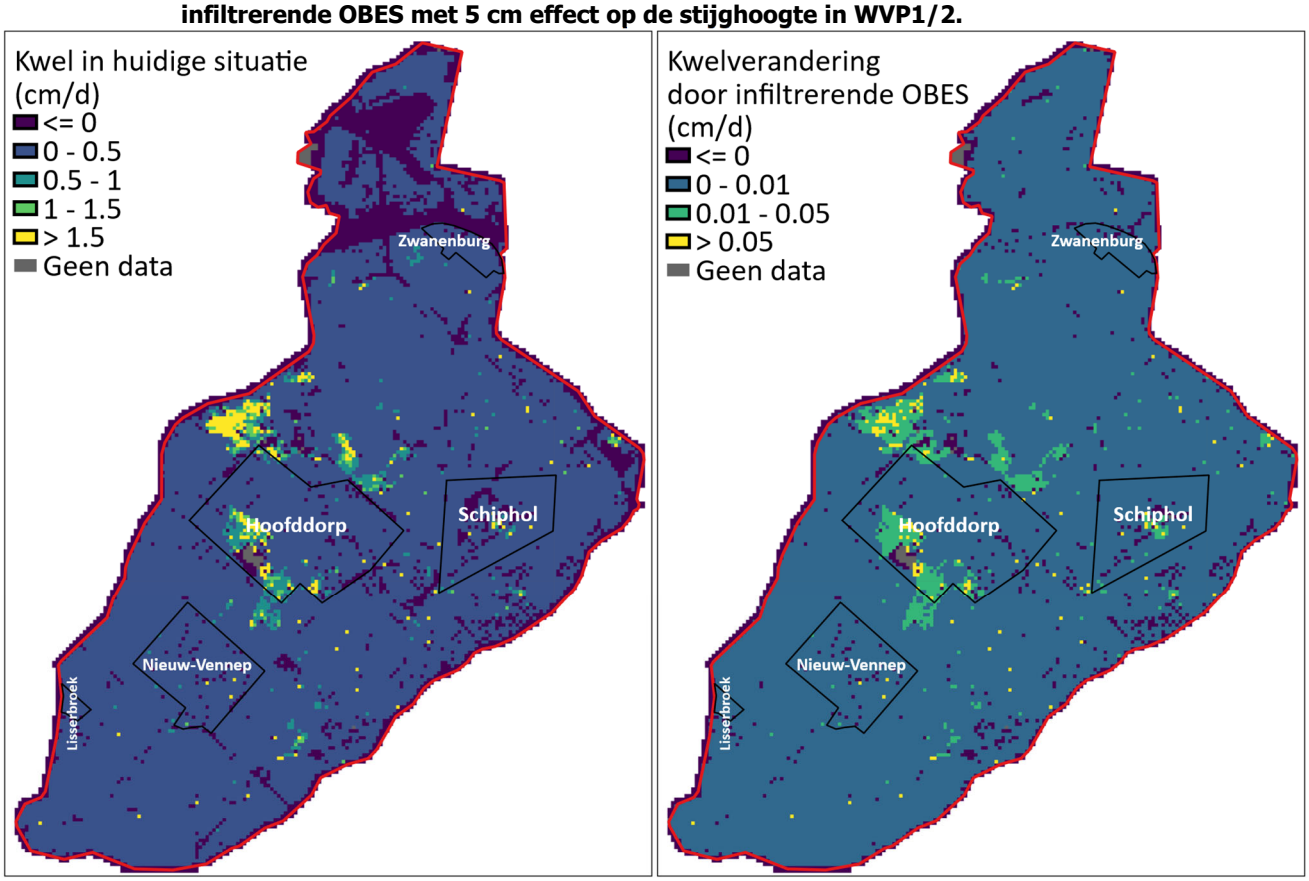
5.2.3 Effecten van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op de hoeveelheid (zoute) kwel

Om het effect van de grootschalige inzet van bodemenergie te berekenen is uitgegaan van plaatsing van systemen in WVP3 (zie hoofdstuk 7). De effecten van OBES in WVP3 op de stijghoogte van WVP1/2 worden in het grootste deel van de gemeente Haarlemmermeer beperkt door het voorkomen van kleilagen tussen WVP3 en de deklaag (afbeelding 5.4). In de gebieden rond Zwanenburg-Oost, Lijnden, Badhoevedorp en Buitenkaag moeten de effecten beperkt worden via een goede effectenstudie in de vergunningprocedure. Daarbij wordt echter geen rekening gehouden met de dikte van de deklaag, welke ook een zekere mate van demping van effecten tot gevolg zal hebben. Hier zijn we uitgegaan van een maximaal effect van 5 cm stijghoogteverhoging in WVP1/2. In afbeelding 5.5 wordt alleen het effect tijdens infiltratie aangetoond, wanneer een verhoging van de stijghoogte en dus mogelijk een verhoging van de hoeveelheid kwel optreedt. Tijdens onttrekking in het volgende seizoen wordt de stijghoogte juist verlaagd, waardoor de hoeveelheid kwel wordt verminderd. In de afbeelding is te zien dat de effecten van OBES in WVP3 op de hoeveelheid kwel verwaarloosbaar zijn: de grootste verandering komt voor op plaatsen waar de deklaag dun is. Het effect blijft over het algemeen kleiner dan circa 1/20^{e} cm/d.

Afbeelding 5.4 Dikte van de Waalre klei (SDL1) en klei in WVP1/2 gesommeerd



Afbeelding 5.5 Kwel in de gemeente Haarlemmermeer. Kaart links: huidige situatie. Negatieve waarden (donkerblauw) geven aan dat er inzijging is. Deze kaart geeft niet aan of de kwel zoet, brak of zout is. Kaart rechts: verandering in kwel als gevolg van een infiltrerende OBES met 5 cm effect op de stijghoogte in WVP1/2.



5.2.4 Tijdsspanne en omkeerbaarheid van het effect van open bodemenergiesystemen op (zoute) kwel

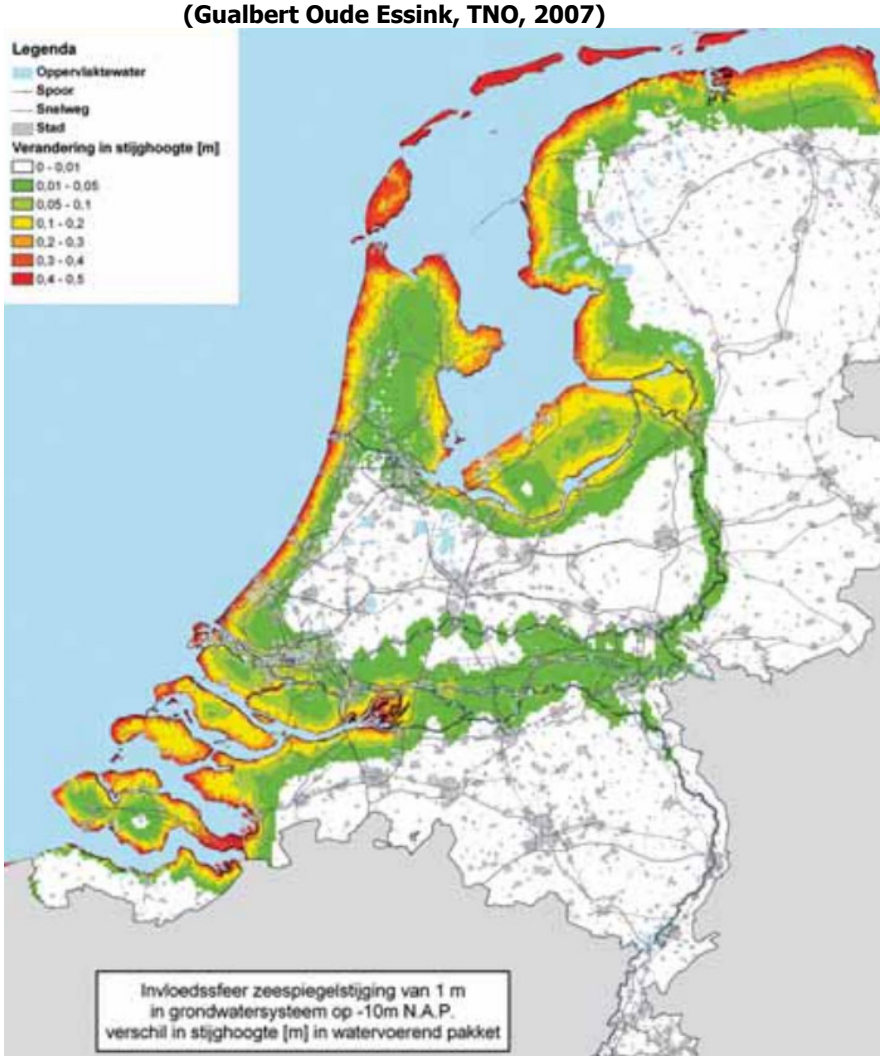
Open bodemenergiesystemen onttrekken evenveel water uit de bodem als dat ze infiltreren. Omdat de effecten tijdens infiltratie tegengesteld zijn aan de effecten tijdens onttrekking, worden de mogelijke effecten door een jaar heen opgeheven. Daarnaast worden mogelijke effecten ook in ruimtelijke zin opgeheven: bij een bronpaar wordt op een bron geïnfiltreerd en op de andere onttrokken.

5.2.5 Invloed van klimaatverandering op de effecten

Het zeeniveau zal stijgen. Conceptueel zou dat de kweldruk in een polder kunnen verhogen. Dit geldt echter alleen voor zeer kustnabije polders (afbeelding 5.6). Zelfs met een zeespiegelstijging van 1m zijn de effecten in de Haarlemmermeerpolder verwaarloosbaar. Een stijging in zeeniveau groter dan 1m wordt deze eeuw niet verwacht en zal ook niet direct resulteren in een significant grotere kweldruk.

Toenemende droogte door klimaatverandering kan wel een effect hebben op verzilting: grotere droogte in de zomer zorgt voor een afname in de grootte van zoetwaterlenzen in de ondergrond. Hierdoor zal brak en zout grondwater dichter aan het oppervlak komen. Daardoor neemt de hoeveelheid zout die met de kwel naar boven komt toe, ondanks een gelijk blijvende hoeveelheid kwel. De toenemende droogte heeft geen effect op de mate waarin open bodemenergiesystemen de hoeveelheid kwel beïnvloeden.

Afbeelding 5.6 De stijghoogteverandering op -10m N.A.P. bij een zeespiegelstijging van 1 m. Bron: Effect zeespiegelstijging op het grondwatersysteem in het kustgebied (Gualbert Oude Essink, TNO, 2007)



5.2.6 Conclusie

Hoewel de gevolgen van een toename in zoute kwel ernstig zijn in de gemeente Haarlemmermeer, wordt de ernst van de gevolgen in tabel 5.1 als gering aangegeven. Doordat open bodemenergiesystemen afwisselend infiltreren en onttrekken op een bron, is het effect op de totale hoeveelheid kwel namelijk zeer klein. De kans dat een bodemenergiesysteem de hoeveelheid (zoute) kwel significant beïnvloedt is daarmee ook zeer klein. Concluderend is het risico (gevolg maal de kans van optreden) klein.

Tabel 5.1 Risicosamenvatting (zoute) kwel

Invloed op zoute kwel	
Kwaliteit gegevens	Goed
Ernst gevolgen	Gering
Kans van optreden door bodemenergie	Zeer klein
Omkeerbaarheid effect	Volledig
Risico	Klein
Beheersmaatregel	Open systemen in WVP3
Tijdsspanne	N.v.t.
Invloed klimaatsverandering	Geen

5.3 Risico op het ontstaan van wellen door de inzet van bodemenergie

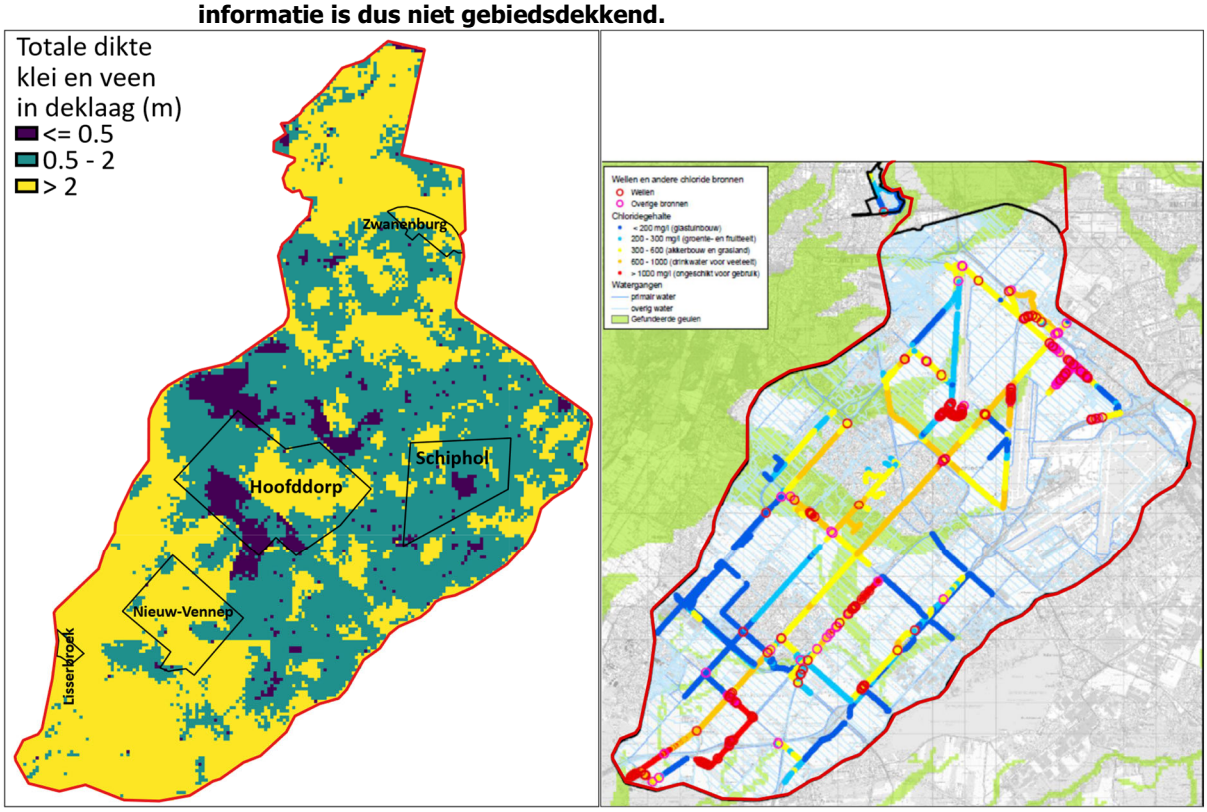
5.3.1 Inleiding

Wellen zijn een vorm van zeer lokale kwel waarbij grondwater met hoge snelheid omhoog stroomt door gaten in de afdichtende lagen. Er zijn twee typen wellen: wellen die ontstaan door opbarsten van kleilagen en van nature aanwezige wellen door afwezigheid van sluitende lagen, veelal in zand. Wellen door opbarsting komen met name voor in sloten, omdat deze (een deel van) de afdichtende lagen doorsnijden (afbeelding 5.1). Door de hoge stroomsnelheden en omdat water van een grote diepte wordt aangetrokken, kunnen wellen een grote bijdrage leveren aan de totale zoutvracht richting de oppervlakte en de sloten.

5.3.2 Huidige situatie

De huidige wellen komen verspreid over de Haarlemmermeerpolder voor (afbeelding 5.7). Daar waar klei en veen (nagenoeg) ontbreekt, heeft kwel de overhand en komen wellen door opbarsting niet voor (donkerblauwe klasse in afbeelding 5.7). In de zuidelijke Haarlemmermeerpolder komen ook wellen voor, ondanks een grote dikte aan klei en veen. Dit kan te maken hebben met doorsnijding van (een deel van) de klei- en veenlagen door sloten en kanalen (de Hoofdvaart is hier een goed voorbeeld van). In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat het risico op wellen in het overgrote deel van de Haarlemmermeerpolder aanwezig is en dat dit risico hoger is bij sloten en kanalen.

Afbeelding 5.7 Kaart links: totale dikte van scheidende lagen (klei en veen) in de deklaag. Kaart rechts: bekende wellen in de Haarlemmermeerpolder (Peilbesluit Rijnland, 2016).
N.B.: wellen zijn maar in een deel van de sloten van de Haarlemmermeerpolder opgespoord en niet in het noordelijk deel van de gemeente Haarlemmermeer. De informatie is dus niet gebiedsdekkend.



5.3.3 Risico van de grootschalige inzet van bodemenergie op het ontstaan van nieuwe wellen

Het hoogheemraadschap van Rijnland beschouwt de risico's op de opbarsting van sloten en watergangen zeer groot. Bij de aanleg van grondwaterinfiltraties in de omgeving van sloten en andere waterlichamen dient daarom tijdens het vergunningstraject aangetoond te worden dat het risico op opbarsting van de sloot/watergang zeer laag is.
Er zijn twee manieren waarop een bodemenergiesysteem een nieuwe wel zou kunnen veroorzaken. De eerste is door een onjuiste afdichting van scheidende lagen bij de aanleg van een systeem (de afdichting van scheidende lagen is vastgelegd in de BRL 2100 protocol 2101 mechanisch boren). Bij de aanleg van zowel een gesloten als een open BES wordt namelijk de deklaag doorboord. De regelgeving waarborgt een goede afdichting van scheidende lagen, waardoor dit geen risico zou moeten opleveren. Hierin moet wel ter overweging worden genomen dat voor gesloten bodemenergiesystemen ongeveer 50 tot 100 maal zoveel boorgaten nodig zijn om dezelfde hoeveelheid energie te leveren als grote open bodemenergiesystemen (zie ook de inleiding tot gesloten en open bodemenergiesystemen in H2). Hierdoor is de kans dat er een boring voorkomt waarbij niet volgens de regels wordt afgedicht bij GBES hoger. Het hoogheemraadschap van Rijnland heeft de gehele Haarlemmermeer aangewezen als kwetsbaar kwelgebied, waardoor een protocol gevolgd moet worden vanuit het hoogheemraadschap. Hierdoor wordt de kans op afwijking van de richtlijnen beperkt. Dit risico zou verder beperkt kunnen worden door een verstrengd toezicht op de plaatsing van GBES door middel van het vergunningsplichtig stellen van GBES vanuit de gemeente. In dit verband verwijzen wij naar onze aanbevelingen voor interferentiegebied Hoofddorp Centrum (9253/200110/DvH Bodemenergieplan Hoofddorp Centrum).

De tweede manier is door een verhoging van de druk in WVP1/2, waardoor de kans op opbarsting van de klei- en veenlagen mogelijk wordt verhoogd. Alleen open bodemenergiesystemen kunnen een effect uitoefenen op de druk (stijghoogte) in WVP1/2.
Bij toepassing van open bodemenergiesystemen in WVP1/2 is de kans op opbarsting zeer groot. Dergelijke systemen zullen dus waarschijnlijk niet vergund worden.

Open bodemenergiesystemen in WVP3 zullen de kweldruk naar maaiveld slechts beperkt beïnvloeden indien voldoende scheidende lagen aanwezig zijn. In dat geval zal de stijghoogte van WVP1/2 maximaal met ca. 5 cm worden verhoogd tijdens infiltratie, afhankelijk van de aanwezigheid van voldoende scheidende lagen (afbeelding 5.8). Deze stijghoogteverandering valt in het niet bij de natuurlijke schommelingen in het grondwaterpeil van ca. 30 cm. Wegens meerdere onzekerheden is het echter niet eenvoudig om te voorspellen waar en wanneer nieuwe wellen kunnen ontstaan door een dergelijke tijdelijke drukverhoging.

- Bestaande wellen (ontstaan tijdens het graven van sloten) verlagen de druk in WVP1/2, waardoor het risico op ontstaan van nieuwe wellen wordt verlaagd. Dit zorgt voor een sterke ruimtelijke variatie in het risico.

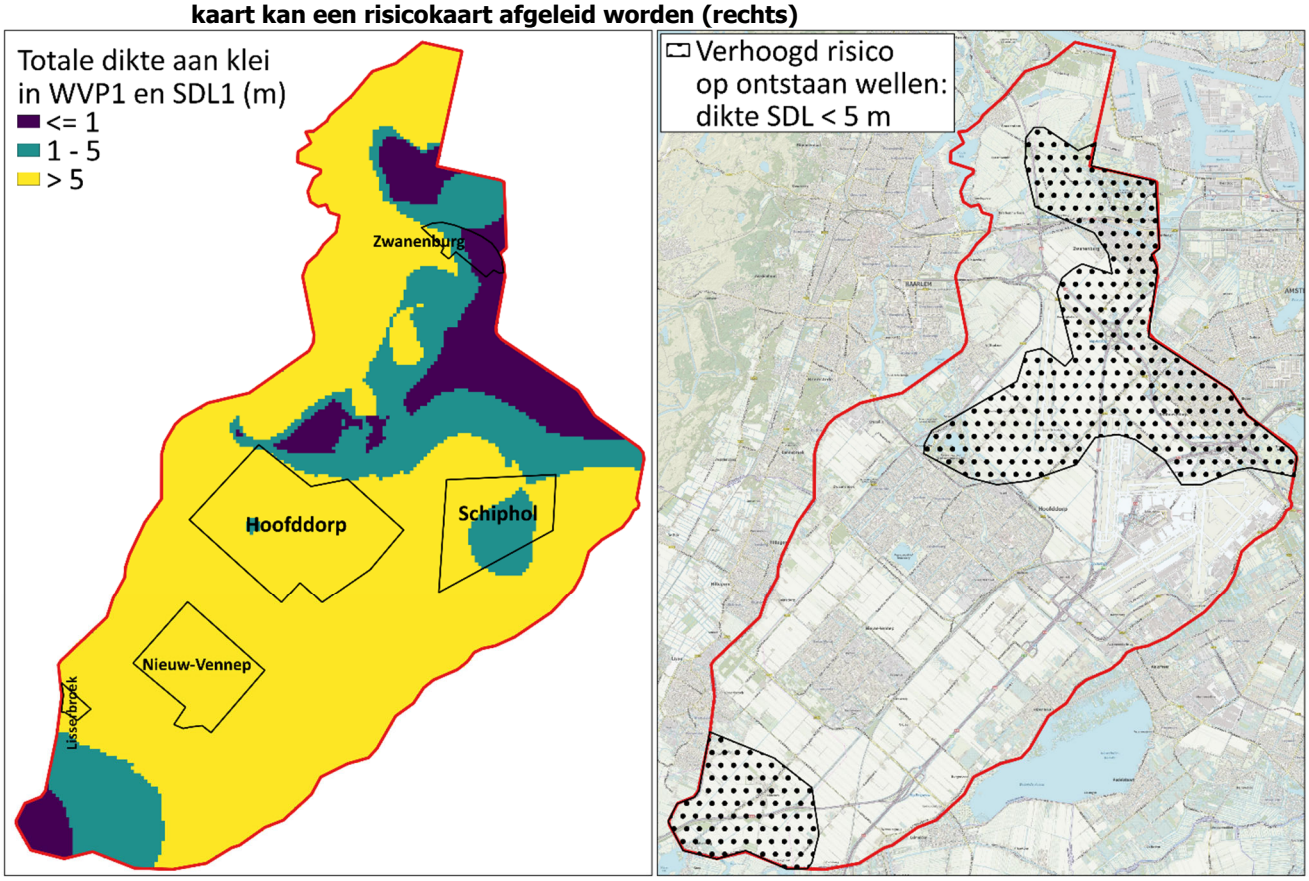
- Lokale variaties in de dikte van klei- en veenlagen. Deze zorgen ook voor een sterke, ruimtelijke variatie in het risico.

- Schommelingen in de grondwaterstand: er kan van uitgegaan worden dat bestaande wellen voortkomen uit piekgrondwaterstanden, veroorzaakt door van nature aanwezige schommelingen in de grondwaterstand (freatisch en WVP1/2) in het verleden. Een nieuwe wel kan alleen ontstaan wanneer de nieuwe grondwaterstand hoger is dan de pieken die in het verleden zijn voorgekomen. Omdat de schommeling in grondwaterstand door OBES in WVP3 relatief klein is ten opzichte van de natuurlijke schommeling, kan dit alleen geschieden wanneer een piek door OBES-infiltratie precies samenvalt met een piek in de natuurlijke grondwaterstand. Een dergelijke samenloop van omstandigheden is moeilijk te voorspellen.

In het algemeen kan dus het volgende worden gesteld: bij aanwezigheid van scheidende lagen zal de huidige kans op het ontstaan van nieuwe wellen niet significant veranderen door de grootschalige inzet van OBES in WVP3. Indien dergelijke scheidende lagen ontbreken, hebben OBES in WVP3 wel een significant effect op de stijghoogte van WVP1/2 en zal het risico zeer groot zijn. De continuïteit van scheidende lagen wordt onzeker wanneer deze een geringe dikte hebben. Daarom hebben we gekozen voor een risicocontour op 5 m totale dikte aan klei in WVP1/2 en SDL1 (afbeelding 5.8).

De verticale stroming door bestaande wellen wordt niet significant beïnvloed door open bodemenergiesystemen, omdat de effecten per seizoen zowel versterkt als verzwakt worden.

Afbeelding 5.8 Dikte van de Waalre klei (SDL1) en klei in WVP1/2 gesommeerd (links). Uit deze kaart kan een risicokaart afgeleid worden (rechts)



5.3.4 Tijdsspanne van de risico's

Bij menselijke fouten tijdens de aanleg kan een kunstmatige wel gevormd worden. Deze wel kan ontstaan tijdens de aanleg of op enig moment na de aanleg, zodra de druk van onder op de slootbodem hoger wordt dan de druk van boven. Het risico neemt niet toe of af over tijd. Daarbij is de kans groot dat risicovolle locaties door natuurlijke variatie in de grondwaterstand zullen opbarsten in de toekomst, ook als hier geen open bodemenergiesystemen aan te pas komen.

5.3.5 Omkeerbaarheid van het ontstaan van nieuwe wellen

Nieuwe wellen kunnen niet teniet worden gedaan. Het is daarom belangrijk dat het ontstaan van nieuwe wellen wordt voorkomen.

5.3.6 Invloed van klimaatverandering op de effecten

Zeespiegelstijging heeft geen significant effect op de stijghoogte van WVP1/2 en het freatische peil wordt gehandhaafd door het hoogheemraadschap van Rijnland. Hierdoor zal verdroging en vernatting weinig effect hebben op de grondwaterstand. De kans op opbarsting, en zeker het effect van bodemenergie daarop, wordt derhalve niet significant beïnvloed door klimaatverandering. Dit wordt bevestigd door een modelstudie van TNO (afbeelding 5.9; *Effect zeespiegelstijging op het grondwatersysteem in het kustgebied, 2007*).

Afbeelding 5.9 Verandering in opbarstrisico door zeespiegelstijging. Bron: Effect zeespiegelstijging op het grondwatersysteem in het kustgebied (Gualbert Oude Essink, TNO, 2007).



5.3.7 Conclusie

Vorming van nieuwe wellen is ernstig en onomkeerbaar. Het risico van de vorming van nieuwe wellen is echter slechts lokaal groot (tabel 5.2). Het risico (gevolg maal de kans van optreden) is dus matig.

Tabel 5.2 Risicosamenvatting welvorming door inzet van bodemenergie

Ontstaan van wellen	
Kwaliteit gegevens	Matig
Ernst gevolgen	Ernstig
Kans van optreden door bodemenergie	Lokaal groot, met name bij afwezigheid van voldoende scheidende lagen
Omkeerbaarheid effect	Niet mogelijk
Risico	Matig
Beheersmaatregel	Open systemen in WVP3, effectenberekeningen
Tijdsspanne	Direct na ingebruikname
Invloed klimaatsverandering	Geen

5.4 Risico's met betrekking tot het mengen van zoet, brak en zout grondwater

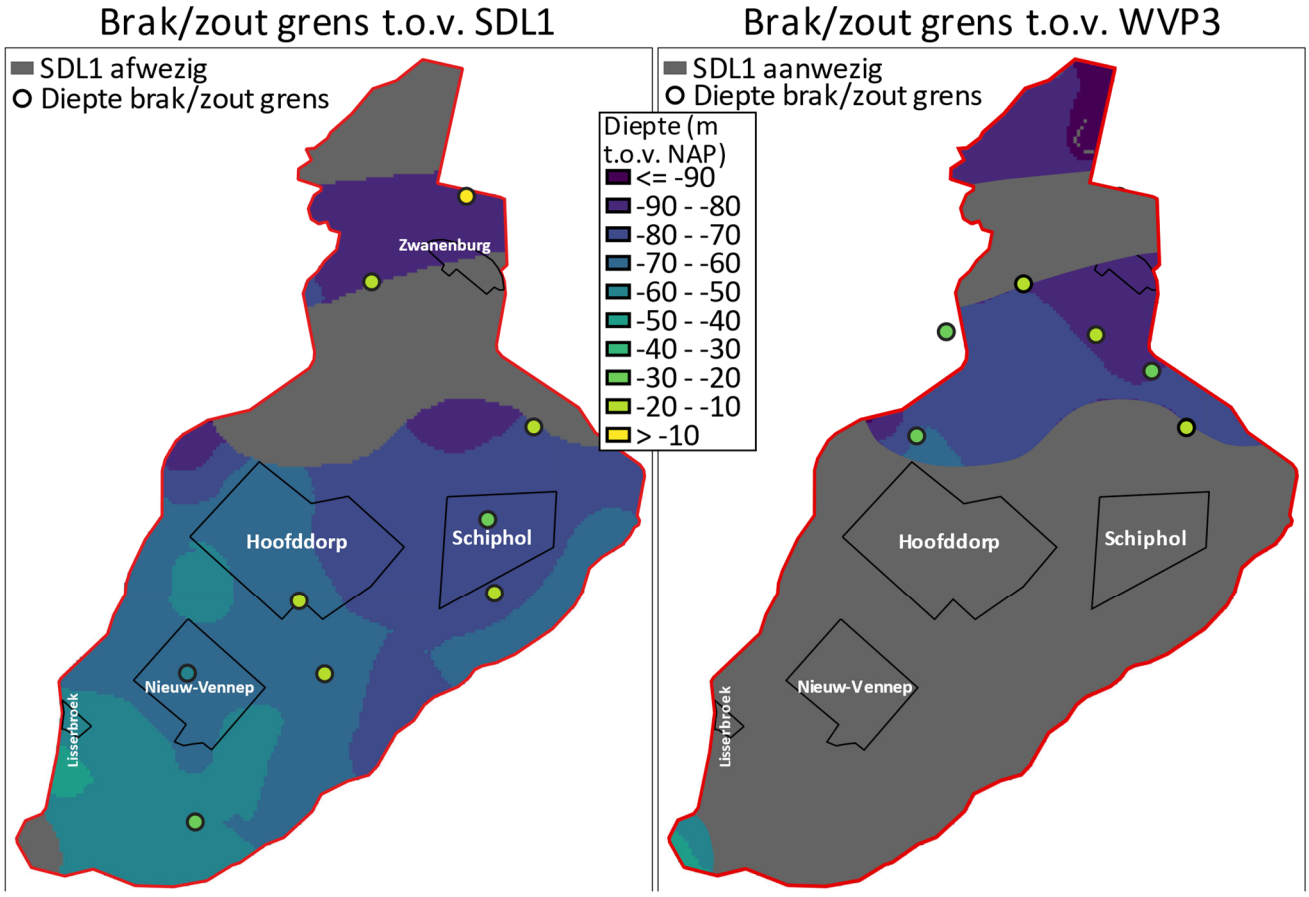
5.4.1 Inleiding

Het mengen van zoet, brak en zout grondwater is onwenselijk, omdat het een netto verplaatsing van zout naar ondiepere lagen tot gevolg heeft. Dit is dan ook niet toegestaan vanuit de provincie Noord-Holland (het bevoegd gezag). Tevens zal vermenging leiden tot een afname in de zoetwatervoorraad, hetgeen gevolgen heeft voor de landbouw en natuur. Voor de Waterwet ligt de grens tussen zoet en brak water op een chloridegehalte van 150 mg/l en de grens tussen brak en zout water op 1000 mg/l. Gesloten bodemenergiesystemen kunnen geen vermenging van grondwater tot gevolg hebben indien deze goed zijn afgedicht. Open bodemenergiesystemen verpompen grondwater en kunnen daarom een menging van grondwater met verschillende zoutgehalten tot gevolg hebben.

5.4.2 Huidige situatie

Op basis van de beschikbare gegevens is de grens tussen de brak en zout grens bepaald (bijlage 2). De diepte van de grens tussen brak en zout grondwater ligt op een diepte van circa 4 tot 60 meter onder N.A.P. (afbeelding 5.10). De brak/zoet grens ligt hier nog boven. Om te bepalen in welk pakket de brak/zoutgrens ligt, worden de gegevens van de grens vergeleken met de top van de scheidende laag tussen WVP1/2 en WVP3 (SDL1/ Waalre klei). Daar waar de Waalre klei ontbreekt, wordt de diepteligging vergeleken met de top van WVP3. Alle gegevens duiden erop dat de brak/zout grens in WVP1/2 of in de deklaag ligt (afbeelding 5.10).

Afbeelding 5.10 Gegevens over de ligging van het brak/zout grensvlak (bolletjes) ten opzichte van De top van SDL1 (gekleurde vlakken in linker paneel) of de top van WVP2 (gekleurde vlakken in rechter paneel, alleen weergegeven wanneer SDL1 ontbreekt).



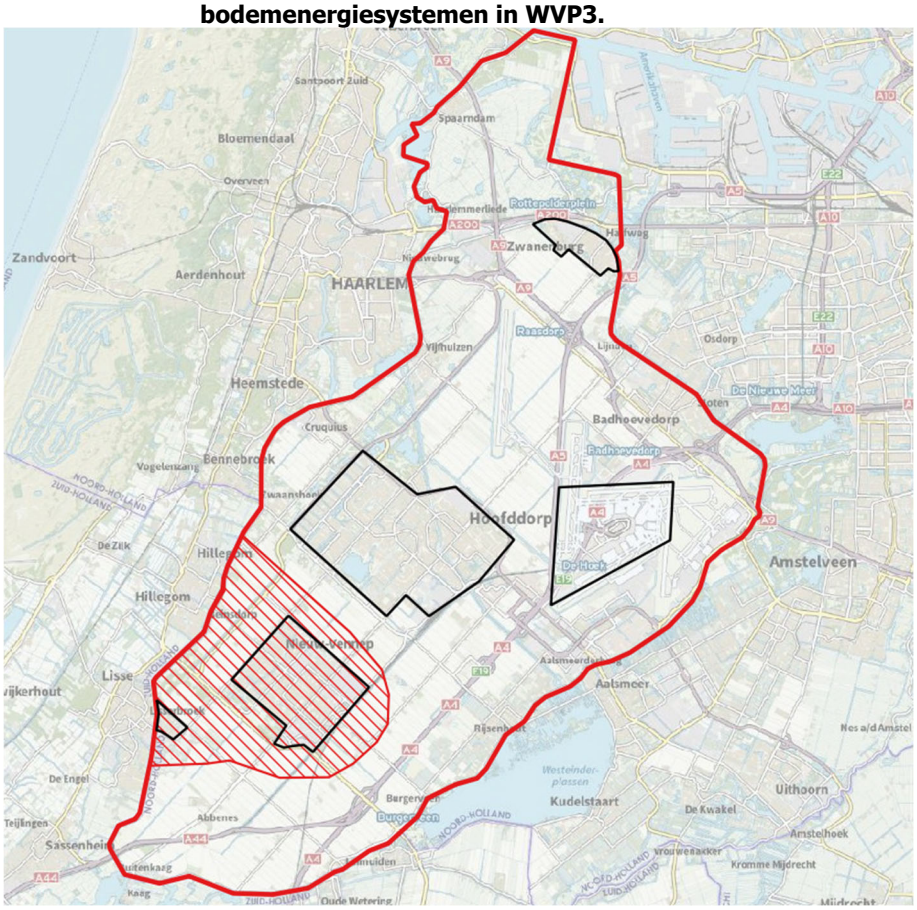
5.4.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op het risico

Omdat de grenzen tussen brak/zout en brak/zoet beide in WVP1/2 dan wel in de deklaag liggen, is de kans op vermenging van grondwater met verschillende zoutgehalten klein wanneer open bodemenergie wordt toegepast in WVP3. Deze kans is juist zeer groot wanneer open bodemenergiesystemen worden toegepast in WVP1/2. Wellen zorgen voor een grote lokale variatie in chloridegehalten die niet kan worden weergegeven met het beperkte aantal grondwateranalyses dat beschikbaar is in de gemeente Haarlemmermeer. Deze onzekerheid over de exacte diepteligging van de zoet/brak en brak/zout grens draagt bij aan het risico voor WVP1/2.

In deze paragraaf beschouwen we daarom alleen de grootschalige inzet van OBES in WVP3. Bij grootschalige inzet van open bodemenergie kan de stijghoogteverandering door cumulatieve effecten behoorlijk toenemen. In dat geval zal vermenging van verschillende grondwaterkwaliteiten eerder optreden dan wanneer open bodemenergiesystemen een grote onderlinge afstand hebben.

Op basis van de gegevens is er slechts een locatie waar de brak/zout grens in de buurt van WVP3 voorkomt en een significant risico vormt. Dit betreft Nieuw-Vennep, waar de brak/zout grens naar schatting op circa - 58 m t.o.v. N.A.P. voorkomt en de top van de Waalre klei op ca. - 68 m t.o.v. N.A.P. In verband met de onzekerheid in de schatting van de ligging van de brak/zout grens is het van belang om in de buurt van deze locatie extra rekening te houden met chloridegehalten bij de vergunning voor en aanleg van een OBES. Dit is in afbeelding 5.11 weergegeven middels een rood gearceerd vlak.

Afbeelding 5.11 Risicokaart voor het vermengen van brak en zout grondwater bij inzet van open bodemenergiesystemen in WVP3.



Uit de gegevens blijkt dat het risico op vermenging in vrijwel de gehele gemeente Haarlemmermeer laag is. Slechts een enkele analyse in Nieuw-Vennep toont een hoog risico op vermenging vanwege de nabijheid van de brak/zout grens tot de top van de Waalre klei. Echter, de dikte van de Waalre klei is voldoende om de menging te beperken. In hoeverre de menging kan optreden bij grootschalig gebruik van bodemenergie op deze locatie is lastig in te schatten. Hier geldt dat dit risico mogelijk beheerst dient te worden door systemen zodanig te plaatsen dat de cumulatieve hydrologische effecten beperkt worden.

5.4.4 Tijdsspanne van het effect

Het brak/zout grensvlak wordt tijdens onttrekking richting het bronfilter getrokken (neerwaarts) en tijdens infiltratie van het bronfilter weggeduwd (opwaarts). Dit heen en weer bewegen van het grensvlak zorgt potentieel voor een vermenging van water met verschillende concentraties aan zout door hydrodynamische dispersie. Hiermee wordt de verticale gradiënt in zoutconcentratie minder steil en wordt het grondwater dichter bij het oppervlak netto zouter. Dit betekent dat bodemenergiesystemen op de langere termijn effect kunnen hebben op het mengen van brak en zout grondwater, ook als het brak/zout grensvlak niet de bronfilters ingetrokken wordt. Echter, de doorlatendheid in verticale richting is altijd veel lager dan de doorlatendheid in horizontale richting. Dit is nog sterker het geval wanneer er enkele kleilaagjes in het pakket voorkomen. Indien lichte menging optreedt, zal dat pas op langere termijn een groot effect hebben, omdat hoe vaker het grensvlak op en neer beweegt, hoe meer menging er optreedt.

5.4.5 Omkeerbaarheid

Er is ook een langetermijnproces dat juist zorgt voor een hogere gradiënt in zoutgehalte: neerslag (zoet) van boven gecombineerd met een netto opwaartse stroming van zout grondwater van onder. Zonder klimaatverandering zal de zoutgradiënt in de ondergrond zich daarom herstellen als onttrekking en infiltratie gestopt worden. Dit proces duurt echter zeer lang.

5.4.6 Invloed van klimaatverandering op de effecten

Zoals in paragraaf 4.2 beschreven is, neemt de grootte van zoetwaterlenzen in de ondergrond mogelijk af. Hierdoor zal brak en zout grondwater dichter aan het oppervlak komen, waardoor de bestaande zoutgradiënt verandert en verzilting plaatsvindt.
Deze invloed van klimaatverandering beperkt juist het effect van bodemenergie op verzilting op lange termijn: de zoet/brak grens en de brak/zout grens zullen ondieper komen te liggen en dus op grotere afstand van het invloedbereik van de bodemenergiesystemen.

5.4.7 Conclusie

Het mengen van zoet en zout grondwater heeft een afname van de zoetwaterbuffer tot gevolg en kan dus als ernstig worden aangemerkt. Het is echter waarschijnlijker dat brak en zout grondwater gemengd worden. Dit is onder bepaalde condities toegestaan en kan dus als matig ernstig worden aangemerkt (tabel 5.3). Wanneer open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket worden geplaatst, is er slechts lokaal een kans dat vermenging optreedt. Het risico (gevolg maal de kans van optreden) is dus matig.

Tabel 5.3 Risicosamenvatting vermenging van zoet, brak en zout grondwater

Vermenging van zoet en zout water	
Kwaliteit gegevens	Goed
Ernst gevolgen	Matig
Kans van optreden door bodemenergie	Lokaal aanwezig
Omkeerbaarheid effect	Bijna onmogelijk
Risico	Matig
Beheersmaatregel	Open systemen in WVP3, sturing
Tijdsspanne	Het effect neemt na ingebruikname toe met tijd
Invloed klimaatsverandering	Gevolgen worden versterkt door kllimaatverandering

5.5 Risico op artesisch water bij boorwerkzaamheden

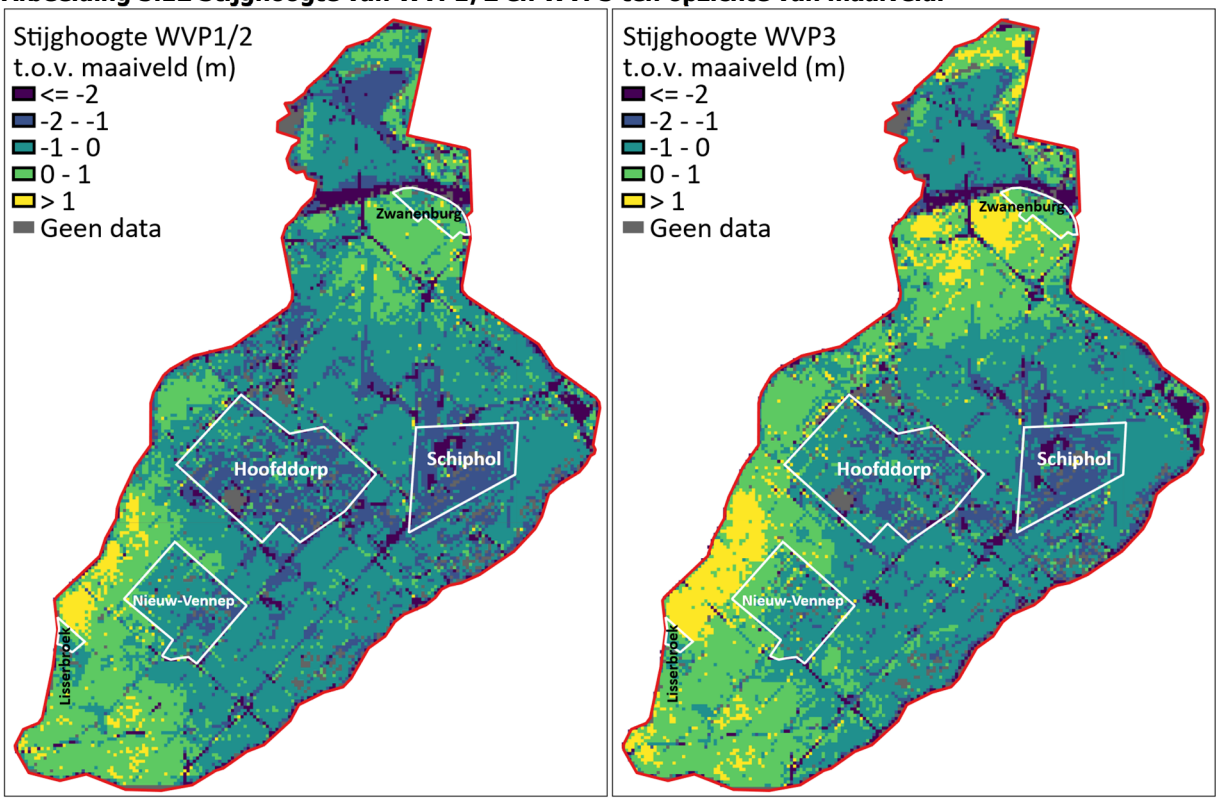
5.5.1 Inleiding

Artesisch water komt voor als een watervoerend pakket een hogere stijghoogte heeft dan maaiveld. Als in een dergelijk pakket geboord wordt zonder voorzorgsmaatregelen, dan wel als opbarsting plaatsvindt van een bestaande bron, stroomt het water vrijelijk naar maaiveld. Wanneer dit stromen eenmaal in gang is gezet, is dit moeilijk weer te stoppen. Om dit te voorkomen kunnen enkele maatregelen worden getroffen bij de boorwerkzaamheden en bij het aanvullen van het boorgat; dit wordt in paragraaf 5.2 verder besproken. Artesisch water is risicovol, bij de aanleg van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen.

5.5.2 Huidige situatie

De Haarlemmermeerpolder wordt gekenmerkt door een diepe ligging ten opzichte van het omringende land, waardoor er in de gehele polder een hoog risico op artesisch water bestaat. Het noordelijke deel van de gemeente Haarlemmermeer kent een minder diepe ligging van het maaiveld. Echter, de stijghoogte van de watervoerende pakketten is in dit gebied hoger, waardoor ook hier een groot risico bestaat op artesisch water (afbeelding 4.3). De hoogste stijghoogten ten opzichte van maaiveld komen voor aan de west- en noordzijde van de Haarlemmermeerpolder en in het uiterste noordelijk deel van de gemeente Haarlemmermeer (afbeelding 5.12).

Afbeelding 5.12 Stijghoogte van WVP1/2 en WVP3 ten opzichte van maaiveld.

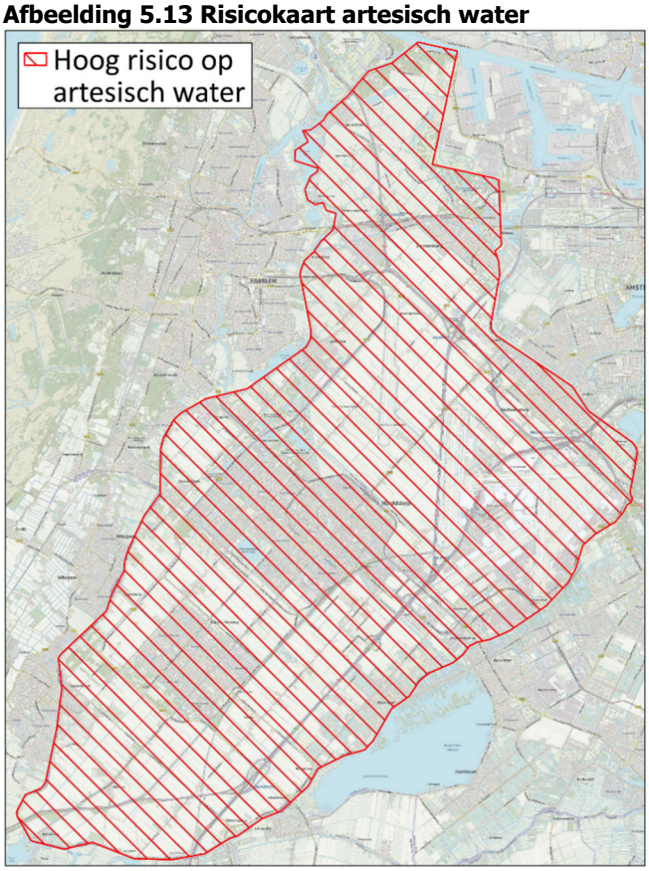


5.5.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op het risico

Bij grootschalige toepassing zullen de scheidende lagen veelvuldig doorboord worden. Indien niet voldoende maatregelen zijn genomen, zal door artesisch water een wel ontstaan en zal water uit de bron naar het oppervlak stromen. Dit gaat over zeer grote waterhoeveelheden en het is zeer moeilijk dit proces te stoppen. Gezien de stijghoogte in de watervoerende pakketten wordt de gehele gemeente Haarlemmermeer aangemerkt als risicogebied waar de boorstelling verhoogd moet worden opgesteld (afbeelding 5.13).

Open bodemenergiesystemen (en andere systemen die infiltreren in de bodem) hebben een effect op het risico van artesisch water. Bij infiltratie wordt de stijghoogte in het watervoerende pakket ter hoogte van de bron namelijk ongeveer 1 à 2 m verhoogd. Hier dient rekening mee gehouden te worden wanneer in de buurt van een bestaand OBES of ander infiltrerend systeem wordt geboord.

Afbeelding 5.13 Risicokaart artesisch water



5.5.4 Tijdsspanne van het risico

Het naar maaiveld stromen van artesisch water komt met name voor tijdens de boorwerkzaamheden, maar kan ook tijdens de levensduur van het systeem en na het stopzetten van het systeem voor problemen zorgen. Tijdens de levensduur van het systeem kan in sommige gevallen opbarsting van de bron optreden (bijvoorbeeld door ontgassing), waardoor de bron gaat lekken. Ook bij het uit bedrijf halen van een bron moet zorgvuldig worden omgegaan met het risico op artesisch water.

5.5.5 Effect van klimaatverandering op het risico

Zeespiegelstijging heeft geen significant effect op de stijghoogte van WVP1/2 en WVP3 in de gemeente Haarlemmermeer. Klimaatverandering heeft dus geen invloed op de risico's omtrent artesisch water.

5.5.6 Conclusie

Het risico omtrent artesisch water is groot, omdat de gevolgen zeer ernstig zijn en er in de hele gemeente kans op is (tabel 5.4).

Tabel 5.4 Risicosamenvatting artesisch water

Artesisch grondwater	
Kwaliteit gegevens	Goed
Ernst gevolgen	Zeer ernstig
Kans van optreden door bodemenergie	In gehele gemeente aanwezig
Omkeerbaarheid effect	Niet mogelijk
Risico	Groot
Beheersmaatregel	Verhoogd opstellen, beperken doorboren kleilaag, protocol hoogheemraadschap van Rijnland
Tijdsspanne	Bij aanleg
Invloed klimaatsverandering	Geen

5.6 Risico op bronverstoppingen

5.6.1 Inleiding

Bronverstopping heeft betrekking op open bodemenergiesystemen. Dit proces kan de rendabiliteit van een open bodemenergiesysteem sterk verminderen en leidt in een deel van de gevallen tot een onbruikbaar systeem. Bronverstopping komt vaak voort uit (bio)chemische reacties die optreden bij vermenging van grondwater van verschillende kwaliteiten, hetgeen kan leiden tot het neerslaan van verschillende stoffen welke direct in de bron kunnen komen en deze daardoor kan verstoppen. Een andere oorzaak, bekend als mechanische verstopping, is het aantrekken en infiltreren van kleine gronddeeltjes (silt) tijdens onttrekking. Een juist ontwerp en aanleg in combinatie met jaarlijks onderhoud van de bronnen waarbij deze worden schoongespoeld, voorkomen gedeeltelijk verstopping door silt.

5.6.2 Huidige situatie

Zoals in H2.2 beschreven kent WVP1/2 een zeer variabele opbouw van grondlagen. Dit verhoogt de kans op verschillen in grondwatersamenstelling en dus op bronverstopping. De grens tussen zuurstofloos en zuurstofarm water bevindt zich in de deklaag. Daarnaast kent WVP1/2 een hoog risico op vermenging van brak en zout grondwater (H3.2). Verder is een deel van de grondlagen (Formaties van Drente en Boxtel) gekenmerkt door een relatief hoog percentage silt.
Concluderend: het risico op bronverstopping in WVP1/2 is relatief hoog. In WVP3 zijn de risico's beduidend kleiner: de grondwaterkwaliteit is homogener, omdat het pakket slechts uit een geologische formatie bestaat (Formatie van Peize-Waalre) en volledig zout, zuurstofloos en kalkrijk is. Daarnaast wordt de Formatie van Peize-Waalre over het algemeen gekenmerkt door een geringe hoeveelheid silt.

5.6.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op het risico

Grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen kan van invloed zijn op de risico's omtrent bronverstopping. Als bronnen geclusterd worden (meerdere warme of koude bronnen bij elkaar), dan wel in een strokenpatroon geplaatst worden (om en om rijen van warme en koude bronnen), worden de stijghoogte-effecten van de bronnen ten dele bij elkaar opgeteld (superpositie). Dit kan ervoor zorgen dat de stijghoogtefluctuaties hoger zijn bij grootschalige inzet van bodemenergie dan bij afzonderlijke systemen op grote onderlinge afstand. De grotere stijghoogtefluctuaties zorgen voor een groter verticaal invloedsgebied van de bronnen, hetgeen kan leiden tot meer vermenging tussen watervoerende pakketten. Hierdoor moet de verticale afstand van bronfilters tot bepaalde grenzen mogelijk worden vergroot. Bij dergelijke grenzen kan worden gedacht aan de brak/zout grens, zuurstofrijk/zuurstofloos, pH of andere overgangen in de chemische samenstelling van grondwater. Scheidende lagen beperken dit risico.

5.7 Invloed andere belangen op de kans op bronverstoppingen

Andere grondwatergebruikers kunnen de kans op bronverstoppingen sterk vergroten, met name als er in de chemische samenstelling veranderingen optreden. Zo kan het gebruik van waterglas (stof die wordt gebruikt voor bronbemalingen) of brijnlozingen direct een negatief gevolg hebben voor de bronnen door het neerslaan van verschillende stoffen in de bron. Waterglas is bij toepassing van bodemenergie in WVP3 geen risico door de tussenliggende afstand, maar het lozen van brijn kan wel een risico vormen als dit in dezelfde gebieden wordt toegepast als bodemenergiesystemen.

5.7.1 Tijdsspanne van het effect

Bronverstopping kan optreden vanaf enkele jaren na aanleg. Omdat open bodemenergiesystemen pas relatief kort (sinds de jaren '90) gebruikt worden, zijn de precieze effecten op lange termijn onduidelijk en is de levensduur van een dergelijk systemen niet bekend. Zo zijn er systemen die al 20 jaar draaien zonder te verstoppen, maar er zijn ook systemen die binnen enkele jaren buiten werking zijn gesteld door verstoppingen.

5.7.2 Omkeerbaarheid

Indien bronnen verstopt raken, zijn verschillende oplossingsrichtingen mogelijk. Ten eerste kunnen bronnen chemisch geregenereerd worden. Dit houdt in dat waterstofperoxide, zoutzuur of chloorbleekloog in de bron wordt gebracht om organisch en anorganisch materiaal op te lossen.

Wanneer chemisch regenereren niet het gewenste effect heeft, kunnen de verstopte bronnen buiten werking worden gesteld en kunnen nieuwe bronnen worden geboord. Het reeds vermengde water zal bij de aanleg van nieuwe bronnen niet direct leiden tot nieuwe verstoppingen, mits deze bron niet dezelfde menging veroorzaakt die in eerste instantie tot de verstopping heeft geleid.

5.7.3 Invloed van klimaatverandering op de effecten

Open bodemenergiesystemen worden over het algemeen ontworpen op een energetische balans in de bodem: er wordt gemiddeld genomen evenveel warmte de bodem ingebracht (tijdens koeling) als er voor verwarming weer uit de bodem wordt gehaald. Systemen worden echter aan de hand van de huidige klimaatparameters ontworpen. Klimaatverandering kan de energetische balans verstoren door een verhoging van de koelingsvraag en een verlaging van de verwarmingsvraag (hetere zomers en warmere winters). Bij een verstoring van de energetische balans kan de hydrologische balans ook worden verstoord. Daardoor zal een van de twee bronnen in een doublet meer water aantrekken door de tijd heen dan de andere bron. Daarmee kunnen grondwater van een andere samenstelling en vaste delen in het water aangetrokken worden en verzameld worden bij die bron.

5.7.4 Conclusie

De gevolgen van een bronverstopping blijven beperkt tot de belanghebbenden van het betreffende systeem en worden daarom als matig aangemerkt. Bij plaatsing van systemen in WVP3 is de kans ook klein. Het risico (gevolg maal kans) wordt daarom als klein aangemerkt (tabel 5.5).

Tabel 5.5 Risicosamenvatting bronverstopping

Bronverstopping	
Kwaliteit gegevens	Matig
Ernst gevolgen	Matig
Kans van optreden door bodemenergie	Klein
Omkeerbaarheid effect	Niet mogelijk
Risico	Klein
Beheersmaatregel	Open systemen in WVP3. Chemische analyses bij aanleg.
Tijdsspanne	Enkele tot tientallen jaren
Invloed klimaatsverandering	Verandering in energiebalans

5.8 Grondwaterstroming

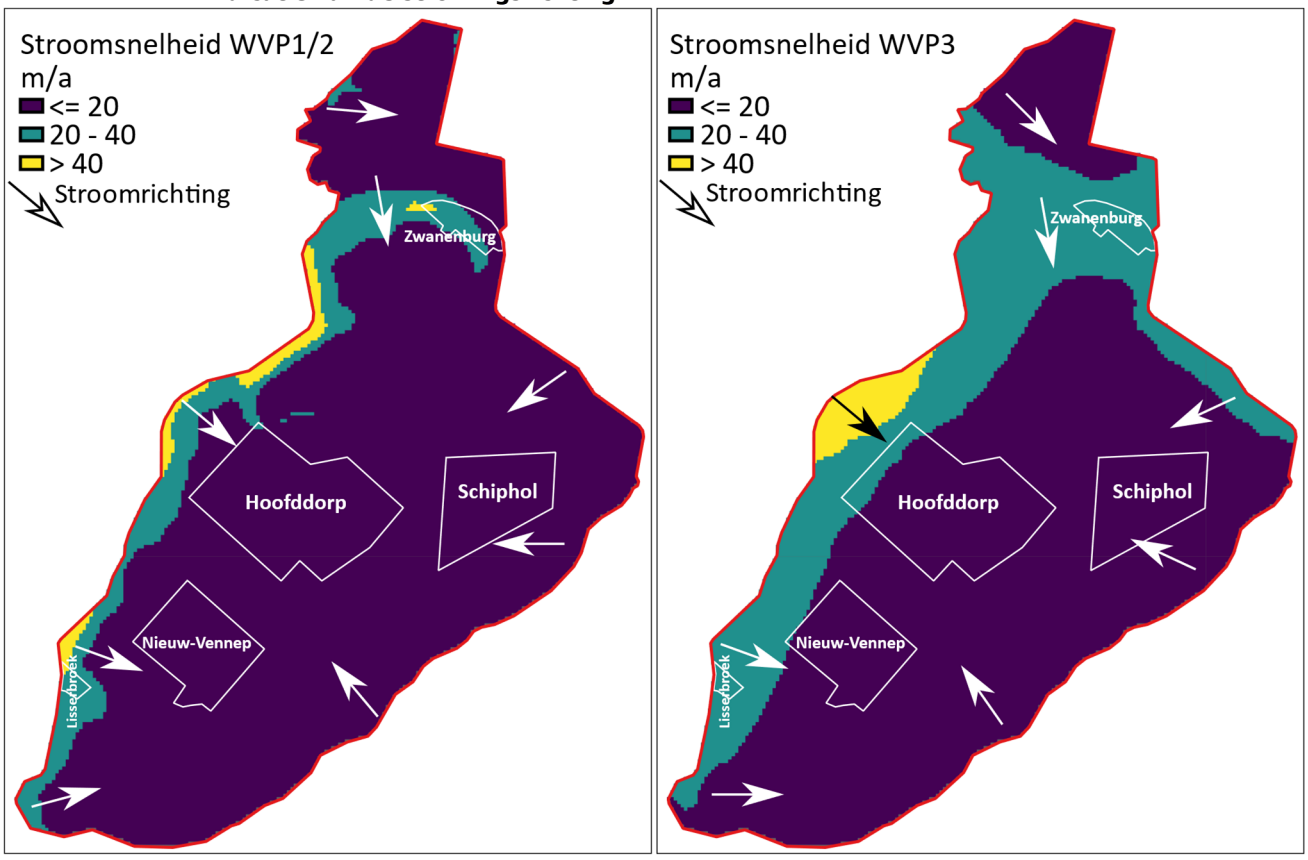
5.8.1 Inleiding

Een hoge grondwaterstromingssnelheid kan tot gevolg hebben dat de in de bodem opgeslagen koude en warme bel van een bodemenergiesysteem afdrijven. Dit kan voornamelijk bij OBES het rendement verminderen. Bij GBES is het afhankelijk van de balans in hoeverre de stroming gunstig is. Indien de gesloten systemen voornamelijk gebruikt worden om te verwarmen, zal de bodem afkoelen. Grondwaterstroming zorgt ervoor dat de bodem minder lage temperaturen bereikt en dat is gunstig voor het rendement. Indien de GBES wel in balans zijn, geldt hetzelfde als voor OBES en zal de stroming resulteren in een afname in rendement. Stroming vergroot tevens de kans op interferentie met stroomafwaarts gelegen systemen of met de tegengestelde bron.

5.8.2 Huidige situatie

Afbeelding 5.14 geeft de stroomsnelheid en stroomrichting in WVP1/2 en WVP3 weer. Stroomsnelheden kleiner dan 20 meter per jaar (m/a) zijn over het algemeen niet problematisch met betrekking tot het verlies in rendement. Stroomsnelheden tussen de 20 en 40 meter per jaar veroorzaken een significante verplaatsing van koude en warme bellen. De negatieve effecten hiervan kunnen worden verminderd door systemen in een strokenpatroon te plaatsen, waardoor warme bellen alleen met warme bellen interfereren en koude bellen alleen met koude bellen. Bij stroomsnelheden groter dan circa 40 m/a wordt het moeilijker om een systeem rendabel te laten draaien. De afbeelding laat zien dat de stroomsnelheden in het overgrote deel van de gemeente Haarlemmermeer geen beperking zullen vormen. In het westelijke gebied alsmede rond Zwanenburg zijn de stroomsnelheden hoger dan 20 m/a. In het bebouwde deel daarvan (Lisserbroek, Beinsdorp, uiterst westelijk Hoofddorp, Zwaanshoek, Vijfhuizen, industrieterrein De Liede en Zwanenburg) kan het verplicht stellen van een strokenpatroon door middel van een bodemenergieplan uitkomst bieden. Bij Cruquius zijn de stroomsnelheden mogelijk groter dan 40 m/a, hetgeen kan betekenen dat daar geen rendabele systemen geplaatst kunnen worden.

Afbeelding 5.14 Grondwaterstroomsnelheden in de watervoerende pakketten. Pijlen geven een indicatie van de stromingsrichting.



5.8.3 Effect van de grootschalige inzet van bodemenergie op het risico

Hoewel open bodemenergiesystemen lokaal (dicht bij de bron) invloed hebben op de stroomsnelheid van grondwater, wordt er per systeem evenveel water onttrokken als geïnfiltreerd. De gemiddelde stroomsnelheid in het watervoerende pakket wordt daarom niet beïnvloed. Gecoördineerde grootschalige(re) inzet van bodemenergiesystemen kan het rendement bij een hoge stroomsnelheid positief beïnvloeden: wanneer warme bronnen/ bodemlussen stroomafwaarts van elkaar worden gezet, kunnen de stroomafwaarts gelegen systemen profiteren van de afdrijvende warmte. Hetzelfde geld voor koude bronnen/ bodemlussen.

5.8.4 Invloed van klimaatverandering op het risico

De stijghoogte van WVP1/2 en WVP3, en daarmee de stroomsnelheid, wordt niet significant beïnvloed door zeespiegelstijging.

5.8.5 Conclusie

Vergelijkbaar met bronverstopping blijft het gevolg van grondwaterstroming beperkt tot de belanghebbenden van de betreffende bodemenergiesystemen. In tegenstelling tot bronverstopping is het echter vaak niet mogelijk een nieuw systeem te plaatsen dat niet negatief beïnvloed wordt door grondwaterstroming. De ernst van de gevolgen wordt daarom als "ernstig" aangemerkt. De kans van optreden van negatieve effecten is slechts lokaal groot. Het risico (gevolg maal kans) wordt daarom als "matig" aangemerkt (tabel 5.6).

Tabel 5.6 Risicosamenvatting grondwaterstroming

Grondwaterstroming	
Kwaliteit gegevens	Goed
Ernst gevolgen	Ernstig
Kans van optreden door bodemenergie	Lokaal groot
Omkeerbaarheid effect	Niet mogelijk
Risico	Matig
Beheersmaatregel	Ordening van open systemen
Tijdsspanne	Enkele jaren
Invloed klimaatsverandering	Geen

5.9 Effecten op oxidatie van veenweidegebieden

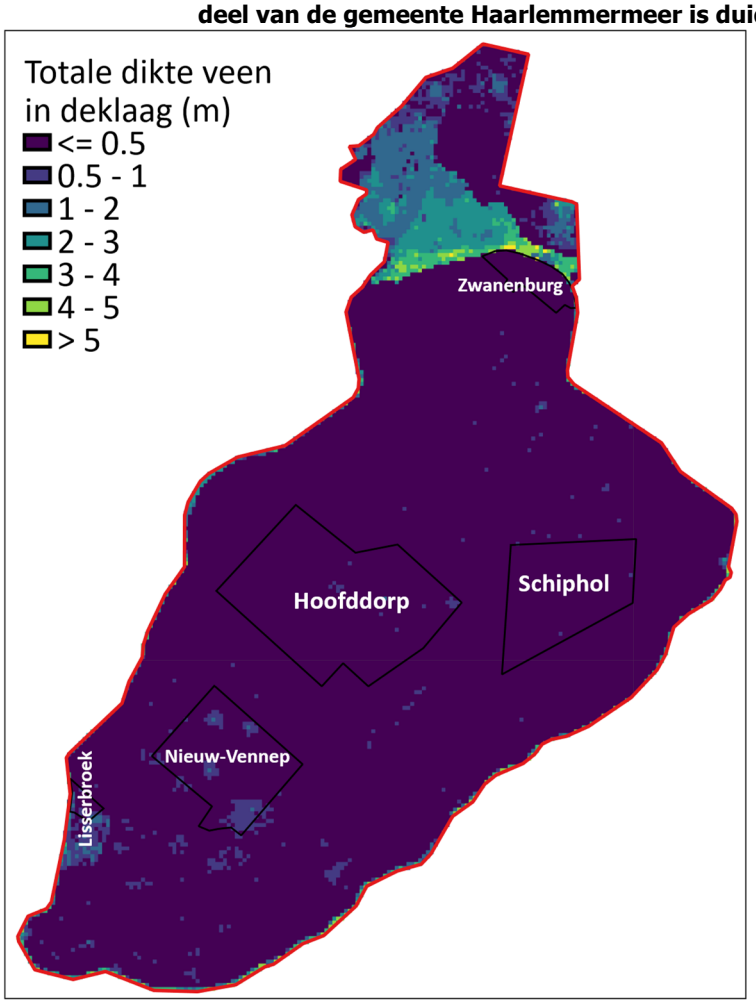
5.9.1 Inleiding

Veen is een grondsoort opgebouwd uit deels vergane plantenresten. Deze grondsoort kan versneld worden afgebroken (geoxideerd) wanneer het boven de grondwaterspiegel ligt, omdat het dan in aanraking komt met zuurstof. Als veen wordt afgebroken leidt dit tot bodemdaling en uitstoot van de broeikasgassen CO_2 en CH_4 (methaan). Het grondwaterpeil wordt daarom over het algemeen dichtbij maaiveld gehouden als er een substantiële hoeveelheid veen in de ondergrond voorkomt (veenweidegebied).

5.9.2 Huidige situatie

Veenweidegebied komt in de gemeente Haarlemmermeer eigenlijk alleen voor in het noordelijke gebied, buiten de polder. In dit gebied ontbreekt veen aan de oostzijde, waar een rivier de veenafzettingen in het verleden heeft doorsneden (afbeelding 5.15). Het overige deel van het noordelijke gebied bevat wel een significante hoeveelheid veen dichtbij het oppervlak en is daarom gevoelig voor afbraak van veen door schommelingen in het grondwaterpeil.

Afbeelding 5.15 De totale dikte aan veen in de deklaag. Het veenweidegebied in het noordelijke deel van de gemeente Haarlemmermeer is duidelijk zichtbaar.



5.9.3 Effect van de grootschalige inzet van open bodemenergiesystemen op veenafbraak

Zoals in H3.1 beschreven, kan een open bodemenergiesysteem in WVP1/2 significante effecten hebben op de grondwaterspiegel. Open bodemenergiesystemen in WVP3 zullen de freatische grondwaterspiegel minder beïnvloeden. Het peil wordt in dit gebied echter gestuurd door het hoogheemraadschap van Rijnland. Langdurige verlagingen van het peil door bodemenergiesystemen zijn derhalve niet mogelijk. Veen heeft de eigenschap zeer slecht doorlatend te zijn en houdt daardoor goed water vast, hetgeen de potentiële negatieve effecten dempt. Tevens zijn voldoende scheidende lagen aanwezig om de effecten verder te beperken. Daarbij werken de effecten van open bodemenergiesystemen twee kanten op, waardoor de minimale effecten die zullen optreden in het andere seizoen omkeren. De invloed van grootschalige inzet van bodemenergie op veenoxidatie wordt daarom verwaarloosbaar geacht.

5.9.4 Tijdsspanne van het effect en omkeerbaarheid

De tijdsspanne en omkeerbaarheid van het effect zijn niet van toepassing, omdat de invloed van open bodemenergiesystemen op de afbraak van veen verwaarloosbaar wordt geacht. Indien de veenweides wel oxideren, is dit permanent.

5.9.5 Invloed van klimaatverandering

Klimaatverandering kan van invloed zijn op de afbraak van veen door hogere temperaturen en grotere droogte in de zomer. Hogere temperaturen zorgen voor een versnelling van de bacteriologische en chemische afbraakprocessen. Grotere droogte in de zomer zorgt voor een grotere mate van holtrekken van het freatische peil tussen twee sloten. Daarmee wordt met name in het midden van percelen de afbraak van veen versneld. Klimaatverandering heeft echter geen invloed op het effect van bodemenergiesystemen.

5.9.6 Conclusie

De gevolgen van veenoxidatie op landschap en landgebruik zijn blijvend en ernstig. De kans dat inzet van bodemenergie veenoxidatie tot gevolg heeft, is echter zeer beperkt en slechts lokaal aanwezig. Het risico (gevolg maal kans) wordt daarom als klein aangemerkt (tabel 5.7).

Tabel 5.7 Risicosamenvatting veenoxidatie

Oxidatie van veen	
Kwaliteit gegevens	Zeer goed
Ernst gevolgen	Ernstig
Kans van optreden door bodemenergie	Lokaal en zeer beperkt
Omkeerbaarheid effect	Onmogelijk
Risico	Klein
Beheersmaatregel	N.v.t.
Tijdsspanne	N.v.t.
Invloed klimaatsverandering	N.v.t.

5.10 Risico's met betrekking tot het verspreiden van bestaande verontreinigingen

5.10.1 Inleiding

De aanwezigheid van bodemverontreinigingen kan tot gevolg hebben dat bepaalde maatregelen getroffen moeten worden bij het uitvoeren van een bodemenergiesysteem alsook dat een bodemenergiesysteem ongewenst is op een bepaalde locatie. Dit geldt voor zowel OBES als GBES. Daarnaast kan het rondpompen van grondwater door OBES een versnelling van de verspreiding van verontreinigingen tot gevolg hebben. De bodemkwaliteit dient daarom altijd vooraf te worden vastgesteld door de initiatiefnemer van een bodemenergiesysteem. Echter, het kan zo zijn dat de effecten van elk individueel systeem geen invloed hebben op de verplaatsing van een verontreiniging, maar de cumulatieve effecten van grootschalig gebruik wel.

5.10.2 Huidige situatie en risico's omtrent de grootschalige inzet van bodemenergie

De ernst van een verontreiniging met betrekking tot de grootschalige inzet van bodemenergie is met name afhankelijk van de aard van een verontreiniging en van de diepte waarop deze voorkomt.

De locatie van voormalige stortplaatsen is aangegeven in afbeelding 5.16. Voormalige stortplaatsen kunnen tal van verontreinigingen herbergen. Daarnaast kunnen er verontreinigingen in de buurt van stortplaatsen voorkomen als de afdichtende lagen om de stortplaatsen niet afdoende zijn. Hier dient extra op gelet te worden bij het plaatsen van een bodemenergiesysteem in de buurt van een voormalige stortplaats.

Tijdens de aanleg van zowel open als gesloten systemen kan door het boorproces de verontreiniging ook (in mindere mate) verspreiden. Dit kan worden voorkomen door verbuisd te boren. Voordat de boringen plaatsvinden, moet de bodemkwaliteit bekend zijn bij de betrokken partijen.

Immobiele verontreinigingen, verontreinigingen die niet verplaatsen of niet in het grondwater aanwezig zijn, vormen alleen een risico bij grondverzet. Grondwaterverplaatsing is niet van invloed op deze verontreinigingen.

Mobiele verontreinigingen met een lagere dichtheid dan water hebben de neiging omhoog te bewegen in het grondwater. Gecombineerd met het feit dat de verticale grondwaterstroming in de Haarlemmermeer naar boven is gericht, zijn deze verontreinigingen minder risicovol zolang de wettelijke eisen (boren met casing, boorwater afvoeren) in acht worden genomen en zolang de verontreinigingen ondiep voorkomen. Diep voorkomende mobiele verontreinigingen kunnen wel een verhoogd risico herbergen: het rondpompen van grondwater door open bodemenergiesystemen kan de verspreiding van deze verontreinigingen versnellen.

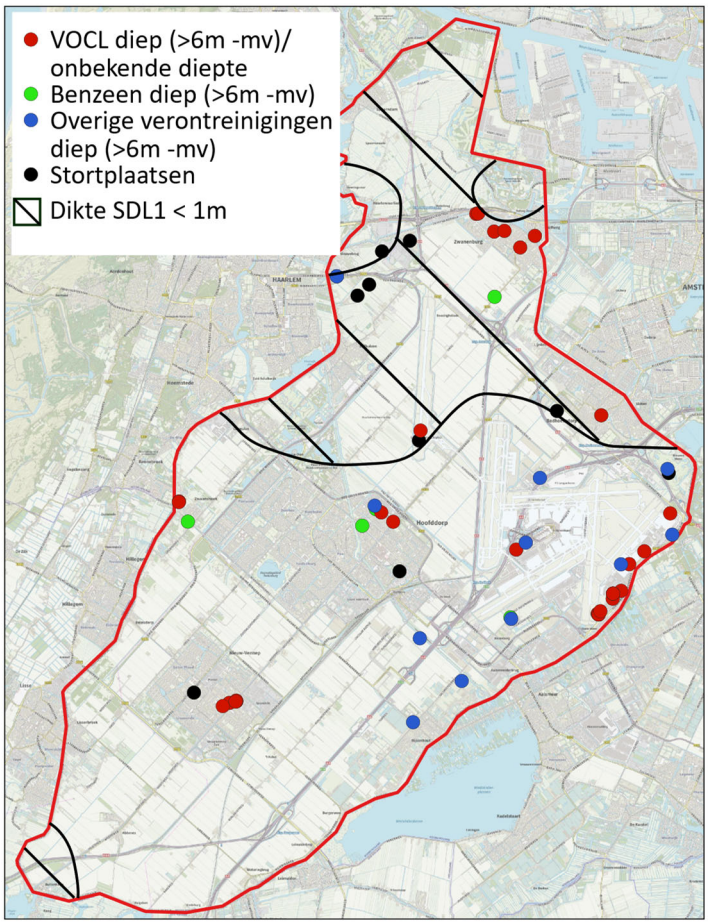
Afbeelding 5.16 toont mobiele en overige verontreinigingen die dieper dan de deklaag (~6m -mv) voorkomen, omdat het risico op verplaatsing in WVP1/2 dan groter is. Verontreinigingen in de deklaag zullen zeer beperkt verspreid worden. Dit type verontreinigingen komt verspreid voor, met name in het gebied tussen Rijsenhout en Badhoevedorp. Verplaatsing van deze verontreinigingen wordt niet toegestaan door de omgevingsdienst.

Mobiele verontreinigingen met een hogere dichtheid dan water zijn problematischer voor de inzet van bodemenergie. Dit type verontreinigingen betreft met name vluchtige organische chloorverbindingen (VOCL). Deze verontreinigingen hebben de neiging omlaag te bewegen in grondwater, zelfs bij kweldruk zoals in de Haarlemmermeerpolder. Dit betekent dat deze verontreinigingen ook bij een ondiep voorkomen extra aandacht behoeven: het afdichten van scheidende lagen en het voorkomen van opbarsting van de bron is zowel bij OBES als bij GBES van vitaal belang om verspreiding te voorkomen. Omdat de VOCL kunnen zakken, komen deze vaak op grotere diepte voor. Bij grootschalige inzet van OBES kan het rondpompen van grondwater zorgen voor een versnelde uitbreiding van de verontreiniging.
Bekende VOCL-verontreinigingen dieper dan de deklaag (~6m -mv) zijn weergegeven in afbeelding 5.16. In vier gebieden komt een cluster VOCL-verontreinigingen voor:
1) Het bedrijventerrein van Schiphol-Oost (onder andere Fokker Logistics Park)
2) Zwanenburg/Halfweg
3) Hoofddorp-Noord (Graftermeerstraat),
4) Nieuw-Vennep-Centrum, te weten het gebied tussen winkelcentrum De Symfonie en agrarische machinefabriek Kverneland.

Op basis van de bekende gegevens is het dieptebereik van de VOCL gelimiteerd tot WVP1/2. Mits er een scheidende laag (SDL1) van voldoende dikte aanwezig is tussen WVP1/2 en WVP3, vormen de bekende VOCL-verontreinigingen geen vergroot risico voor systemen in WVP3. SDL1 ontbreekt echter ter hoogte van het VOCL-cluster van Zwanenburg/Halfweg, waardoor ook systemen in WVP3 risicovol zijn (afbeelding 5.16).

Vergunningen voor individuele systemen zullen niet worden vergund indien er verontreinigingen verplaatst worden. Hierdoor wordt de (grootschalige) inzet van bodemenergie beperkt op locaties met diepe mobiele verontreinigingen en onzekerheid over aanwezigheid van een scheidende laag. In het ontwerp van een systeem kan met lagere debieten en een diepere filterstelling verplaatsing worden voorkomen.

Afbeelding 5.16 Meest relevante bodemverontreinigingen en voormalige stortplaatsen in de Haarlemmermeer.



5.10.3 Tijdsspanne van het effect

Mobiele verontreinigingen die in hetzelfde watervoerende pakket voorkomen als de bronfilters van een open bodemenergiesysteem, zullen door de tijd heen geleidelijk steeds verder verspreid raken totdat het grondwater binnen de hydrologische invloedssfeer van de systemen volledig gemengd is. De tijdsspanne waarin de menging optreedt, is afhankelijk van de mobiliteit van de betreffende stoffen. Voor verontreinigingen die biologisch kunnen worden afgebroken, geldt dat een vermenging en dus verlaging van de concentratie de biologische afbraak kan versnellen. Door dit proces kan grootschalige inzet van bodemenergie op de lange duur ook een positief effect hebben op de vermindering van verontreiniging.

5.10.4 Omkeerbaarheid

Wanneer een verontreiniging eenmaal verspreid is, kan dit niet zonder meer teniet worden gedaan. Mechanische sanering van een verontreiniging wordt zeer bemoeilijkt door verspreiding van de verontreiniging, omdat het volume vervuild grondwater aanzienlijk toeneemt.

5.10.5 Invloed van klimaatverandering op de effecten

Naar verwachting zorgt klimaatverandering voor een sterkere fluctuatie in de grondwaterspiegel en de stijghoogte van WVP1/2, waardoor verspreiding van verontreinigingen versneld kan worden. De effecten van bodemenergie zijn hierop niet van toepassing.

5.10.6 Conclusie

De gevolgen van verspreiding van verontreinigingen op diepte zijn matig: enerzijds wordt het totaal volume verontreinigd grondwater vergroot, anderzijds wordt de concentratie van verontreinigingen verlaagd, hetgeen de afbraak van bepaalde stoffen kan bevorderen. De kans op verspreiding van verontreinigingen is zeer lokaal (daar waar verontreiniging aanwezig is). Het risico (gevolg maal kans) wordt daarom als matig aangemerkt (tabel 5.8).

Tabel 5.8 Risicosamenvatting verspreiden van verontreinigingen

Verspreiden van verontreinigingen	
Kwaliteit gegevens	Matig
Ernst gevolgen	Matig
Kans van optreden door bodemenergie	Lokaal aanwezig
Omkeerbaarheid effect	Niet mogelijk
Risico	Matig
Beheersmaatregel	Saneren van verontreinigingen, gebuisd boren, lagere debieten
Tijdsspanne	Enkele jaren
Invloed klimaatsverandering	N.v.t.

5.11 Kans op het introduceren van nieuwe verontreinigingen

5.11.1 Inleiding

Het gebruik van bodemvreemde stoffen is bij de aanleg en het gebruik van open bodemenergiesystemen verboden. Er bestaat derhalve geen risico op introductie van verontreinigingen bij dit type bodemenergiesystemen. In uitzonderlijke gevallen wordt echter waterstofperoxide, zoutzuur of chloorbleekloog gebruikt om bronnen chemisch te regenereren. Dit wordt, na toestemming van de provincie, gedaan om bronverstopping of een teruglopend debiet te verhelpen. Na reactie van het middel met de verstopping blijven geen bodemvreemde stoffen achter.

Bij gesloten bodemenergiesystemen is het gebruik van glycol toegestaan om bevriezing van het systeem te voorkomen. De richtlijnen waarborgen echter een goede lekdichtheid van de bodemlussen, waardoor dit risico zeer klein is: de kans dat een lekkage optreedt, wordt ingeschat op circa 1 op 1400 bodemlussen (BTO rapport uit 2013, Effecten en risico's van gesloten bodemenergiesystemen, *KWR Water Research*). In de praktijk worden deze aantallen niet waargenomen, wat er op duidt dat de kans in werkelijkheid nog kleiner is.

De verontreinigingen zijn zeer kleinschalig van aard, omdat de waargenomen drukafname ervoor zorgt dat het systeem wordt uitgeschakeld en de verontreiniging niet verder verspreidt. Ook zijn een groot deel van de gesloten bodemenergiesystemen volledig afgedicht met grout, waardoor eventuele verontreinigingen nauwelijks verspreiden. Daarnaast breekt glycol relatief snel af in de bodem. De afbraakproducten zijn geen bodemvreemde stoffen. Verder wordt over het algemeen de stof monoethyleenglycol gebruikt, welke door een lage mobiliteit in water niet ver van het boorgat komt bij een lekkage.

5.11.2 Conclusie

De ernst van de gevolgen bij het lokaal introduceren van een geringe hoeveelheid (monoethyleen)glycol is klein. De kans is afwezig bij OBES en zeer klein bij GBES. Het risico wordt daarom aangemerkt als klein (tabel 5.9).

Tabel 5.9 Risicosamenvatting introductie van nieuwe verontreinigingen

Introduceren van nieuwe verontreinigingen	
Kwaliteit gegevens	Matig
Ernst gevolgen	Matig
Kans van optreden door bodemenergie	OBES: afwezig GBES: zeer klein
Omkeerbaarheid effect	Niet mogelijk
Risico	Klein
Beheersmaatregel	Saneren van verontreinigingen, gebuisd boren, lagere debieten
Tijdsspanne	Enkele jaren
Invloed klimaatsverandering	N.v.t.

5.12 Effecten op bodemleven en biodiversiteit

5.12.1 Inleiding

Aan Habitus is opdracht verleend om de effecten van grootschalig gebruik van bodemenergie en hoge-temperatuur opslagtanks in kaart te brengen voor de gemeente Haarlemmermeer. De volledige rapportage is te vinden in bijlage 4.

5.12.2 Conclusie

De effecten op de biodiversiteit zijn ingedeeld in twee delen, de korte en lange termijn. Onder korte termijn wordt de aanleg verstaan. De lange termijn is de periode dat het systeem in gebruik is.

Tijdens de aanleg zijn enige negatieve effecten op de biodiversiteit onvermijdelijk. Deze effecten zijn het meest beperkt in stedelijk gebied en industriegebieden, waar ook de meeste toepassing van bodemenergie zal plaatsvinden. Het effect op de biodiversiteit is sterk afhankelijk van de periode waarin de werkzaamheden uitgevoerd zullen worden.

Op lange termijn kunnen de meeste ecologische effecten optreden bij gesloten systemen en opslagtanks door de thermische uitstraling. Dit kan het bodemleven en de vegetatie beïnvloeden. Met name in landbouwgebieden en natuurgebieden kan dit problemen veroorzaken.

Omdat bodemenergie met name wordt toegepast in stedelijk of industrieel gebied wordt het risico als klein ingeschat.

Tabel 5.10 Risicosamenvatting effecten van bodemenergie en opslagtanks op bodemleven en biodiversiteit

Bodemleven en biodiversiteit	
Kwaliteit gegevens	Goed
Ernst gevolgen	Klein
Kans van optreden door bodemenergie	Klein
Omkeerbaarheid effect	Afhankelijk van landgebruik, diersoorten en locatie, maar in veel gevallen snel omkeerbaar
Risico	Klein
Beheersmaatregel	Timing periode van aanleg, open systemen i.p.v. gesloten systemen of opslagtanks
Tijdsspanne	Voornamelijk tijdens aanleg en beheer
Invloed klimaatsverandering	N.v.t.

6 Beheersing van risico's in het ontwerp en de uitvoering van bodemenergiesystemen

6.1 Inleiding

Aantasting van de bodem door slordigheden bij de aanleg en beheer van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen en (bodem)opslagtanks dient te worden beheerst. Fouten in de aanleg kunnen bijvoorbeeld leiden tot het over het maaiveld uitstromen van artesisch zout grondwater, hetgeen kan leiden tot verzilting van de bodem. Het kundig afdichten van boorgaten is in de polder van extra belang in verband met het voorkomen van wellen. Daarnaast zijn er risico's omtrent het bij het boorproces en oplevering van de bronnen gebruikte water. Om dergelijke risico's te voorkomen, zijn er bepaalde maatregelen die genomen kunnen worden.

6.2 Aandachtspunten bij boorwerkzaamheden

6.2.1 Inleiding

Tijdens boorwerkzaamheden en in de voorbereidingsfase kan extra rekening worden gehouden met de algemene en specifiek in de gemeente Haarlemmermeer voorkomende risico's. Hiermee kunnen negatieve effecten worden beperkt of voorkomen. In deze paragraaf worden enkele aandachtspunten gepresenteerd.

6.2.2 Werkruimte

Om tot diepte te boren is ca. 300m² vrije grond benodigd voor de gehele booropstelling en het materiaal gedurende ca. 2 weken. Dit kan voor open systemen een beperkende factor zijn voor de toepassing in zeer dichtbebouwde gebieden met smalle straten en weinig ruimte op eigen perceel. Bij nieuwbouw kunnen gesloten systemen aangelegd worden onder het pand, waardoor de druk op de openbare ruimte beperkt blijft.

6.2.3 Werkwater

Er zijn twee mogelijkheden voor het betrekken van werkwater voor een boring:

- Werkwater van drinkwaterkwaliteit mag altijd worden gebruikt. Dit type water is per definitie niet verontreinigd en brengt dus geen risico met zich mee op het introduceren van verontreinigingen.
- Werkwater mag worden betrokken uit een put. In dit geval moet onderzoek uitwijzen of hebben uitgewezen dat geen verontreinigde stoffen zijn aangetroffen. Daarnaast dient het water een vergelijkbare samenstelling te hebben als het grondwater in het watervoerende pakket waarin wordt geboord. In de praktijk betekent dit dat het water moet worden onttrokken uit hetzelfde watervoerende pakket als waarin wordt geboord.

6.2.4 Verhoogd opstellen

Een verhoogde opstelling is in de gehele gemeente Haarlemmermeer aan te raden (zie paragraaf 4.6). Met name aan de west- en noordzijde van de Haarlemmermeerpolder en in het uiterste noorden van de gemeente Haarlemmermeer zal de benodigde verhoging groot zijn. De benodigde verhoging dient altijd voor aanvang van de werkzaamheden te worden uitgezocht. Daarbij moet niet alleen rekening worden gehouden met de natuurlijke artesische druk in de watervoerende pakketten, maar ook met de verhoging van die druk door naburige infiltraties.

Een tweede belangrijk aandachtspunt bij verhoogd opstellen is de gebruikte constructie. Verhoogd opstellen op een terp van grond is af te raden, omdat de grond kan wegspoelen bij hevige regenval waardoor er risico is op het aan maaiveld komen van artesisch grondwater. Een stevige constructie, bijvoorbeeld middels draglineschotten, heeft de voorkeur.

Figuur 6.1. Voorbeeld verhoogde opstelling



6.2.5 Boorspoeling

Om het uitvloeien van artesisch grondwater over maaiveld te voorkomen dient men ook rekening te houden met de boorspoeling. Binnen het redelijke kan de boorspoeling worden verzwaard om de effecten van artesisch grondwater tegen te gaan. Gebruikelijk is dat hiervoor bentoniet wordt toegepast.

6.2.6 Verlengde voorbuis

Om het ontstaan van wellen tegen te gaan wordt met een verlengde voorbuis (casing) geboord. Deze casing moet door de gehele deklaag geplaatst worden. Eventueel kan de casing in de boring achterblijven voor extra bescherming. Daarnaast kan worden overwogen om verplicht te stellen dat de casing in de boring achterblijft voor extra bescherming tegen wellen.

6.3 Aandachtspunten bij het aanvullen van boringen

6.3.1 Inleiding

De huidige regelgeving omtrent het aanvullen van boringen dient te voorkomen dat scheidende lagen in de ondergrond onjuist of onvolledig worden afgedicht. De risico's omtrent een onjuiste afdichting zijn in de gemeente Haarlemmermeer echter vele malen groter dan in de meeste gebieden vanwege de hoge artesische druk in de watervoerende pakketten. Het aanvullen van boringen behoeft daarom extra aandacht. Volgens de Keur van het hoogheemraadschap van Rijnland valt de gehele Haarlemmermeerpolder binnen 'kwetsbaar kwelgebied'. Hierdoor wordt bij de melding of vergunningaanvraag het werkplan door middel van maatwerkadviezen beoordeeld door het hoogheemraadschap van Rijnland. Dit biedt meer zekerheid met betrekking tot de juiste uitvoering tijdens de aanleg van de bodemenergiesystemen.

6.3.2 Laagdetectie

Om een goede afdichting te garanderen is allereerst een goede detectie nodig van de dieptes waarop scheidende lagen voorkomen. De eisen met betrekking tot laagdetectie zijn opgenomen in BRL 2100 protocol 2101 mechanisch boren.

6.3.3 Afdichting van scheidende lagen met bentoniet of grout

Bentoniet is een klei die vanwege zijn lage doorlatendheid en hoge mate van zwelling zeer geschikt is voor het afdichten van scheidende lagen. Deze klei moet na zwellen maximaal een doorlatendheid van 10^{-9} m/s hebben (BRL 2100 protocol 2101 mechanisch boren). Bentoniet wordt in meerdere varianten geleverd, waarvan sommige sterker zwellen dan andere. Een sterker zwellende variant vermindert het risico op bodemsplijting.

Voor gesloten BES geldt dat deze vaak volledig met een groutmengsel worden afgedicht, waardoor geen laagdetectie nodig is. Het groutmengsel dat wordt gebruikt dient te voldoen aan BRL 5078 'groutmengsels voor het afdichten van boorgaten'.

6.3.4 Aanvullen van deklaag met grout

Wanneer er een hoge kweldruk is tussen WVP1/2 en maaiveld kan worden overwogen het dieptebereik van de deklaag af te storten met grout om extra zekerheid te krijgen omtrent het voorkomen van opbarsting en het ontstaan van nieuwe wellen.

6.4 Uit bedrijf nemen van bodemenergiesystemen

Het is volgens de AMvB niet toegestaan om de ondergronds aangebrachte bronconstructie te verwijderen. Dit is ter voorkoming van beschadiging van scheidende lagen. De open ruimte van open bodemenergiesystemen dient opgevuld te worden met niet-waterdoorlatend materiaal conform de BRL 2100. De aanwezige warme en koude bellen zullen op termijn door stroming van het grondwater en door conductie van de warmte vanzelf verdwijnen. Bij met name niet vergunningplichtige gesloten systemen is het zinvol goed bij te houden waar de uit gebruik genomen systemen zich bevinden om de sluitende werking van de kleilaag te garanderen.

6.5 Aandachtspunten voor hoge-temperatuur opslagtanks

In deze rapportage is tot dusver niet of nauwelijks ingegaan op de toepassing van hoge-temperatuur opslagtanks, omdat de effecten op de omgeving zeer beperkt zijn en het wat dat betreft vergelijkbaar is met de bouw van een parkeergarage. Seizoenaal hoge-temperatuur opslagtanks zijn in Nederland nog op zeer beperkte schaal gerealiseerd. Dergelijke tanks dienen voor de seizoenale opslag van hoge-temperatuur warmte, afkomstig van zonnepanelen, geothermie, restwarmte etc. Daardoor zijn deze voornamelijk geschikt voor toepassingen in warmtenetten of als piekbuffer.

In dergelijke opslagtanks kunnen temperaturen tot ca. 95 °C opgeslagen worden. De tanks hebben een beperkte koelfunctie. Ze zijn uitsluitend geschikt voor collectieve systemen op grote schaal (750 of meer woningen).

De aanlegkosten zijn zeer hoog in vergelijking met bodemenergiesystemen en een hoge-temperatuur warmtebron is benodigd, met name voor ondergrondse tanks. Deze kosten nemen met diepte snel toe en daarmee met het volume van de tank. Daartegenover staat een lager elektriciteitsverbruik en lage warmteverliezen. Daarbij is veel ruimte benodigd om dergelijke tanks aan te leggen, ook al is er wel mogelijkheid voor een beperkte gebruiksfunctie bovenop de tank (parkeerplaatsen, park, woningbouw, etc.).
Omdat deze systemen gebouwd worden, vaak in de bodem, maar vervolgens geen effecten meer hebben op de bodem, zijn de risico's op de omgeving na de aanleg beperkt.

Daar de bodem in de gemeente Haarlemmermeer zeer goed geschikt is voor bodemenergie en bodemenergie gemakkelijker toepasbaar en goedkoper is, moet een afweging gemaakt worden in hoeverre dergelijke opslagtanks een meerwaarde zijn in deze regio. De aanleg van dergelijke tanks vraagt om de aanleg van een grote en diepe gesloten bouwkuip met een bemaling voor het tijdelijk verlagen van de grondwaterstand.

6.6 Aandachtspunten en kansen van leidingwerk

Grootschalig gebruik van bodemenergie leidt tot meer leidingwerk. In het ideale scenario is er ruimte op het eigen perceel voor zowel de bronnen als het leidingwerk. Indien echter perceelvullend gebouwd wordt en/of dat er andere belangen in de bodem voorkomen, kan het zijn dat het leidingwerk niet uitsluitend op het eigen perceel komt te liggen.

Bij grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen in nieuwbouw kunnen bronnen aangelegd worden onder de woningen, waardoor er geen leidingwerk benodigd is. Indien in nieuwbouwwijken woningen aangesloten op collectieve systemen, zal dit wel leiden tot een grote hoeveelheid extra leidingen.

Voor een OBES worden leidingen van de bronnen naar de techniekruimte aangelegd. Deze HDPE-leidingen hebben gemiddeld een doorsnede van 10 tot 20 cm en liggen op minimaal 80 cm beneden maaiveld. Bij bodemenergie wordt in principe uitgegaan van zeer laag-temperatuur bronnetten. Ook de leiding naar de warme bron wordt niet warmer dan 25 °C.

Bij grootschalige toepassing van bodemenergie kunnen bronleidingen worden doorgelust. Dit voorkomt dat er extra leidinglengtes naar de techniekruimte moeten worden aangelegd.

6.7 Locaties voor technische ruimten en bronnen op openbare grond

Een van de uitdagingen van grootschalige inzet van bodemenergie in het reeds bebouwde gebied is het realiseren van een efficiënte, ruimtelijke indeling van bronnen. Dit is met name een probleem in gebieden met hoogbouw, waar weinig privégrond beschikbaar is om bronnen en technische ruimtes te plaatsen. Het centrum van Hoofddorp is hiervan een goed voorbeeld. In dergelijke gebieden kunnen de mogelijkheden van bodemenergie aanzienlijk worden vergroot als openbare grond beschikbaar wordt gesteld voor het plaatsen van bronnen. Hierbij is het noodzakelijk om op voorhand vast te stellen welke eisen er gesteld worden aan bronnen en leidingen op openbare grond, om zo te reguleren op welke locaties en met welke afwerkingen deze bronnen gemaakt kunnen worden. Op deze manier kan ook voorkomen worden dat de aangelegde bronnen andere gebruiksfuncties in de weg komen te zitten.

Figuur 6.2 Voorbeelden bovengrondse (links) en ondergrondse putbehuizingen (rechts).



7 Potentie voor bodemenergiesystemen

7.1 Open systemen

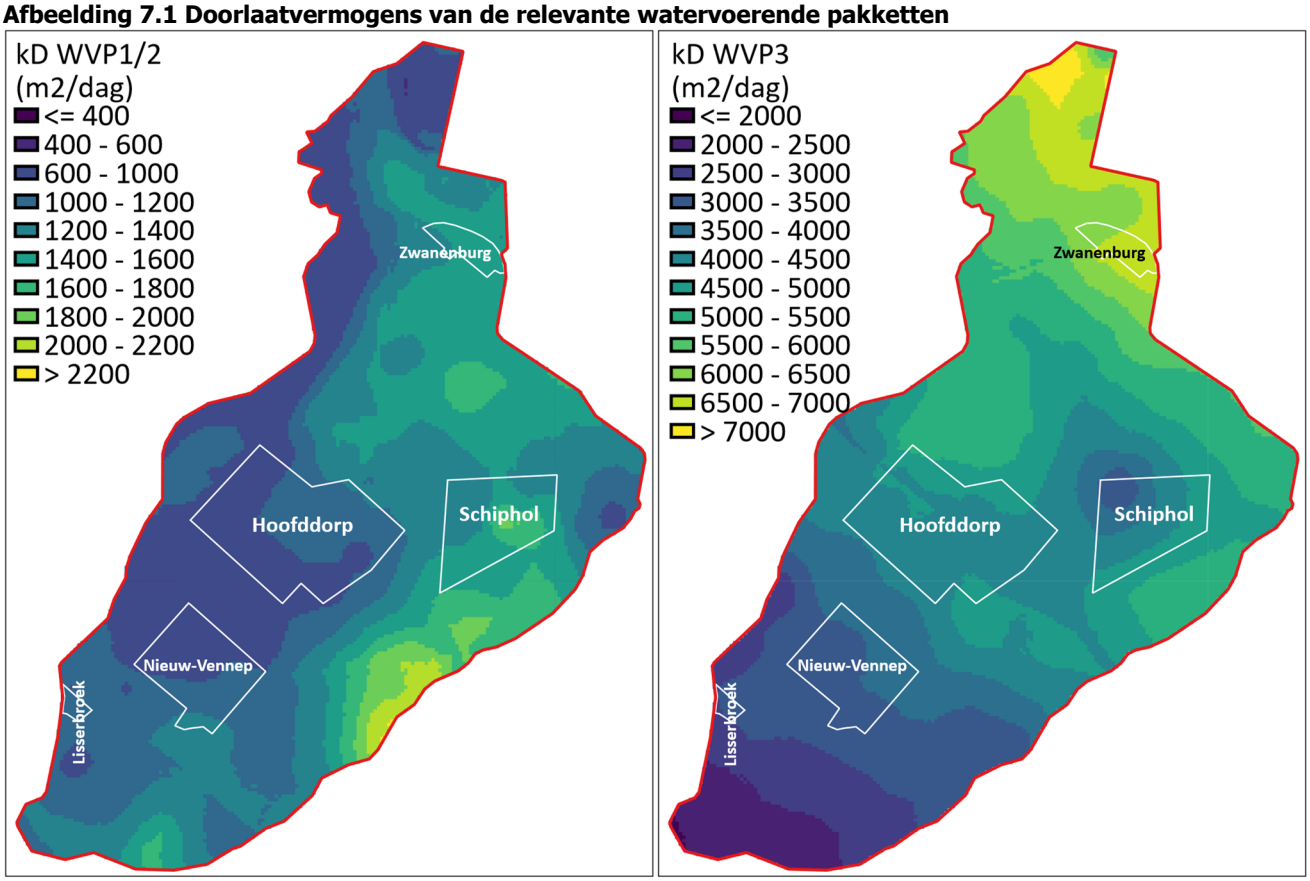
De maximale hoeveelheid warmte en koude die kan worden opgeslagen in de bodem door middel van OBES is afhankelijk van verschillende bodemeigenschappen en het risico van negatieve effecten op de omgeving. Het aandeel van dit maximum dat nuttig kan worden ingezet, hangt vervolgens sterk af van een efficiënte spreiding van systemen, waarbij systemen zo dicht mogelijk op elkaar staan zonder elkaar negatief te beïnvloeden.

7.1.1 Doorlaatvermogens van de watervoerende pakketten

Op basis van gegevens uit DINOloket zijn kaarten gemaakt van het doorlaatvermogen van WVP1/2 en WVP3 (afbeelding 7.1). Het is duidelijk dat WVP3 een significant hoger doorlaatvermogen heeft dan WVP1/2 (N.B.: let op het verschil in kleurschaal van de twee figuren). In WVP1/2 stijgt het doorlaatvermogen in oostelijke richting. Dit heeft te maken met een toename in de verhouding tussen goed doorlatende en slecht doorlatende lagen in oostelijke richting.
In WVP3 stijgt het doorlaatvermogen in noordelijke richting in verband met de toenemende dikte van het pakket. Tussen Hoofddorp en Schiphol komen lokaal lagere waarden voor in verband met het voorkomen van dikke, slechter doorlatende lagen in het watervoerende pakket.

Op basis van de verzamelde gegevens is WVP1/2 niet bruikbaar voor de grootschalige inzet van bodemenergie. Ten eerste is het doorlaatvermogen beperkt door de geringe dikte en het veelvuldig voorkomen van kleilagen. De geringe dikte van WVP1/2 verhindert ook een efficiënte inzet van gesloten bodemenergiesystemen. Ten tweede is WVP1/2 gekenmerkt door grote risico's vanwege een verhoogde kans op bronverstoppingen, het veelvuldig voorkomen van klei- en siltbevattende lagen, het mengen van brak en zout grondwater, het veroorzaken van zoute kwel en wellen en het verspreiden van bestaande verontreinigingen. WVP3 is wel geschikt voor grootschalige inzet van bodemenergie. Het pakket heeft niet alleen een significant hoger doorlaatvermogen, maar ook een homogenere grondwater- en geologische samenstelling. Uit ervaring komen klei- en silthoudende lagen relatief weinig voor in WVP3, maar dit kan lokaal verschillen. In het vervolg van dit hoofdstuk gaan we dieper in op de capaciteit van WVP3 voor bodemenergie.

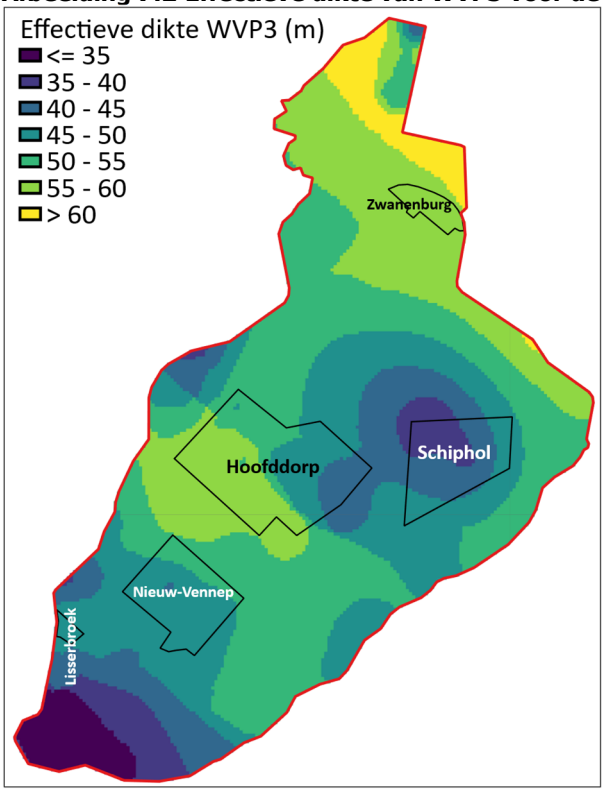
Afbeelding 7.1 Doorlaatvermogens van de relevante watervoerende pakketten



7.1.2 Capaciteit van WVP3

In deze paragraaf gaan we dieper in op de capaciteit die realistisch gezien te behalen is in dit watervoerende pakket. De capaciteit wordt vervolgens omgerekend naar het aantal wooneenheden dat hiermee per vierkante kilometer van energie kan worden voorzien. Aan de hand van de rekenregels zoals opgenomen in bijlage 2, is een effectieve dikte bepaald waar de filters van de open systemen in geplaatst kunnen worden (afbeelding 7.2).

Afbeelding 7.2 Effectieve dikte van WVP3 voor de inzet van open bodemenergiesystemen

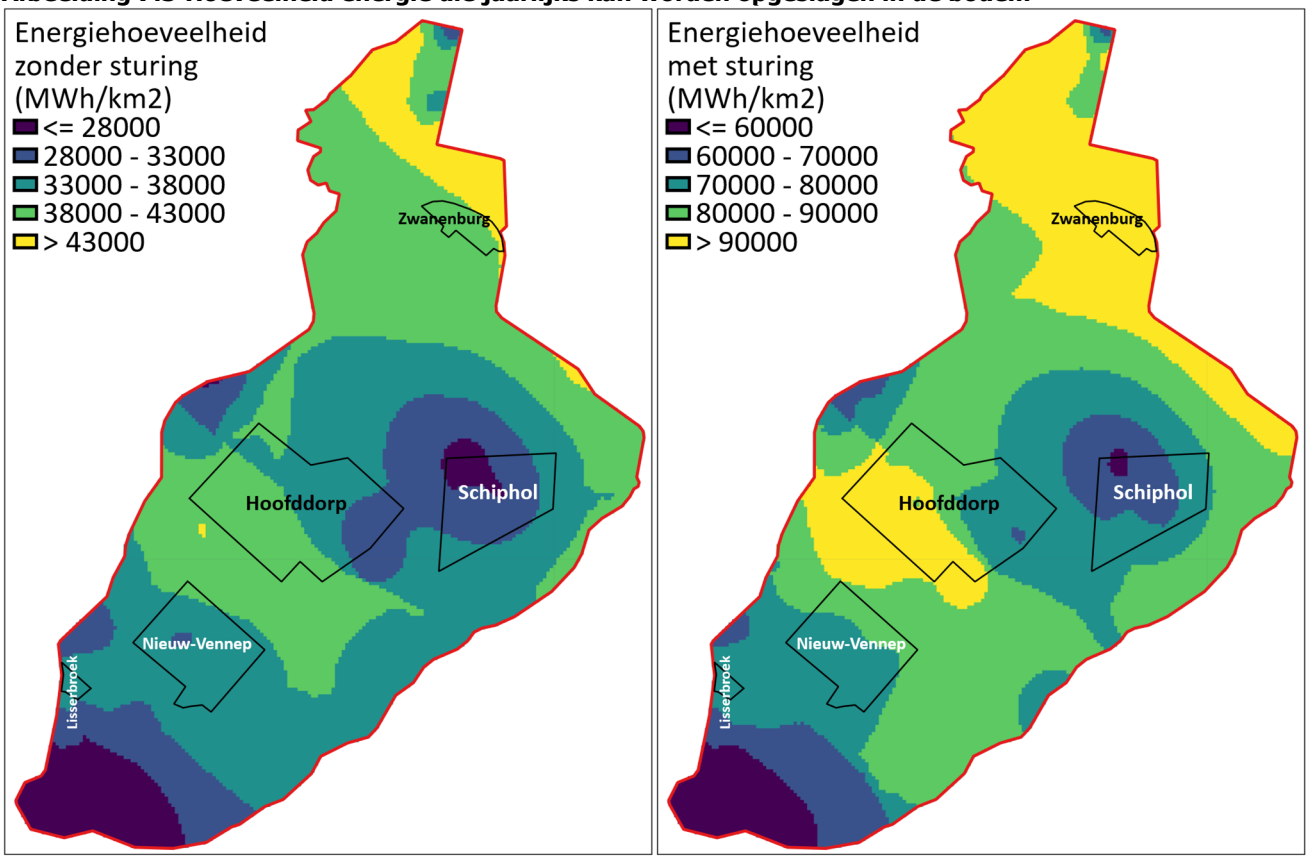


Aan de hand van de effectieve dikte kan vervolgens berekend worden hoeveel energie jaarlijks kan worden opgeslagen in de bodem. Deze hoeveelheid hangt echter sterk af van hoe efficiënt de bodem wordt benut. Deze efficiëntie hangt af van de filterlengte van systemen (welk deel van de effectieve dikte wordt daadwerkelijk benut door er filter in te stellen) en de bronnendichtheid (staan de bronnen dicht bij elkaar of ver uit elkaar).
Met name de laatste factor kan worden beïnvloed middels regelgeving. Om dit effect van regelgeving aan te tonen zijn twee scenario's geconstrueerd:

1) Er wordt geen aanvullende regelgeving afgekondigd. In dit geval is de bronnenplaatsing minder efficiënt (gemiddelde afstand van driemaal de thermische straal). Dit scenario noemen we "zonder sturing". Dit is een worstcasescenario. In realiteit zullen bronnen zonder sturing mogelijk wel efficiënter geplaatst worden, omdat alsnog warme bronnen bij warme bronnen geplaatst zullen worden en koude bronnen bij koude bronnen.
2) Er wordt middels regelgeving gestuurd op een efficiënte indeling van bronnen. Door koude en warme bronnen te clusteren kan een gemiddelde bronafstand van anderhalf maal de thermische straal worden behaald (optimale ondergrondse inpassing van open bodemenergiesystemen, KWR rapport 2020.055). Omdat er ook andere omgevingsbelangen spelen, is dit ideale scenario over het algemeen niet mogelijk. We hanteren daarom een gemiddelde bronafstand van tweemaal de thermische straal. Dit scenario is dus aanzienlijk efficiënter in ruimtelijke zin. We noemen dit scenario "met sturing".

De berekende jaarlijkse energiehoeveelheid wordt weergegeven in afbeelding 7.3. Hierbij dient er echter wel rekening mee gehouden te worden dat deze energievraag alleen leverbaar is wanneer ook koude wordt onttrokken en dus voldoende warmte in de bodem wordt gebracht (eventueel via regeneratie met behulp van warmte uit datacenters, aquathermie, restwarmte, etc.) De afbeelding toont dat aanzienlijke hoeveelheden energie kunnen worden onttrokken aan het watervoerende pakket. De gebieden rond Nieuw-Vennep, Lisserbroek, Buitenkaag en Schiphol worden gekenmerkt door een lagere capaciteit. Dit heeft te maken met de geringere effectieve dikte van WVP3 in die gebieden (afbeelding 7.2).

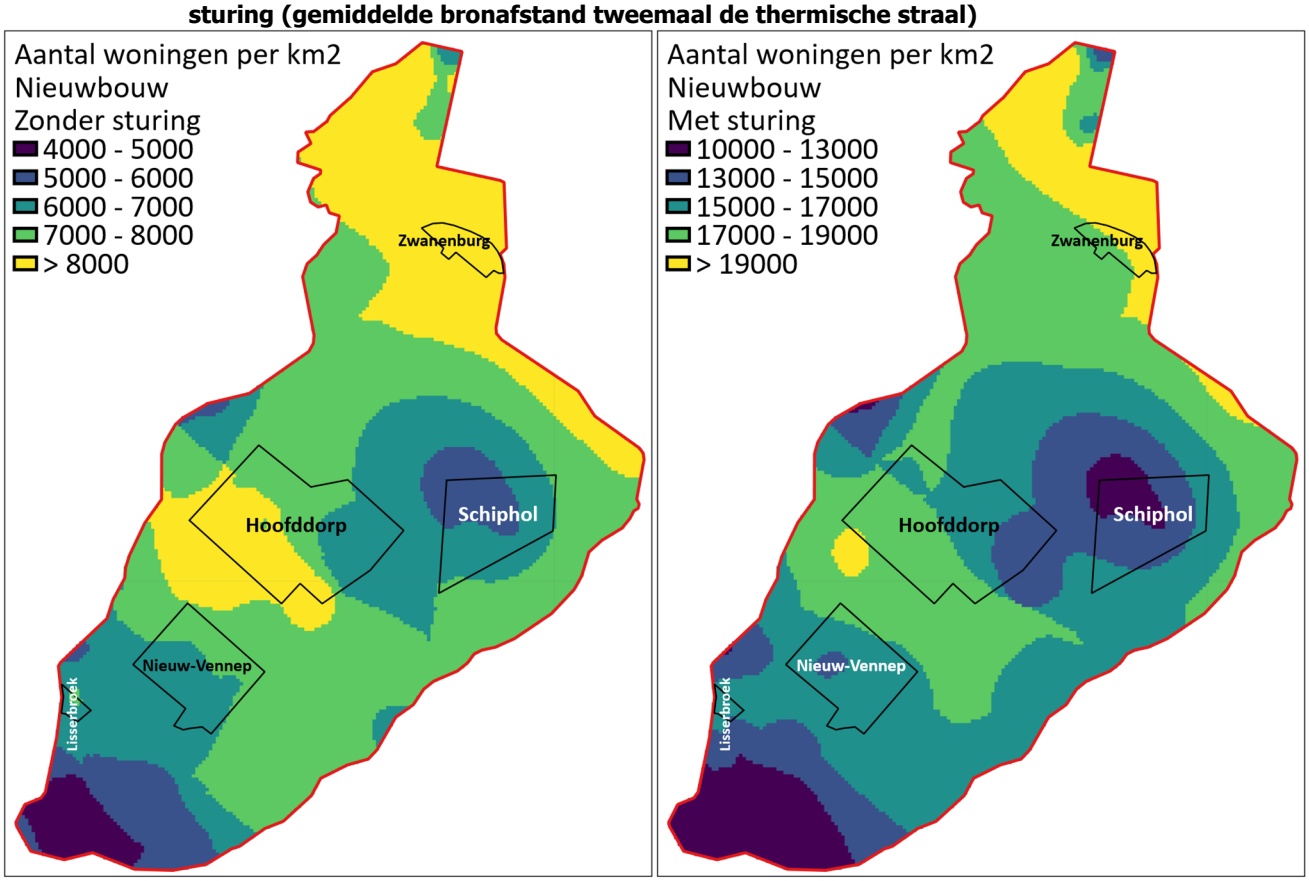
Afbeelding 7.3 Hoeveelheid energie die jaarlijks kan worden opgeslagen in de bodem



In afbeelding 7.4 wordt getoond hoeveel nieuwbouwwoningen per vierkante kilometer kunnen worden verwarmd met de beschikbare hoeveelheid energie (zie bijlage 2 voor details).
Ter vergelijking: een grote moderne wijk in de gemeente Haarlemmermeer heeft een woningdichtheid van rond de 2600 woningen per vierkante kilometer (Kijk op de Wijk 3, deel 2 (wijktypen)). Bij het lezen van deze kaarten moet verder rekening gehouden worden met het feit dat zeer lokale hoogbouw (bijv. Hyde Park, Hoofddorp) gekenmerkt is door een substantieel hogere woningdichtheid. Deze hoogbouw is echter zeer lokaal, waardoor de bodem rondom een dergelijke locatie ook kan worden ingezet om de benodigde capaciteit te genereren. De gehanteerde cijfers zijn daarom gebaseerd op de gemiddelde woningdichtheid over grotere gebieden.

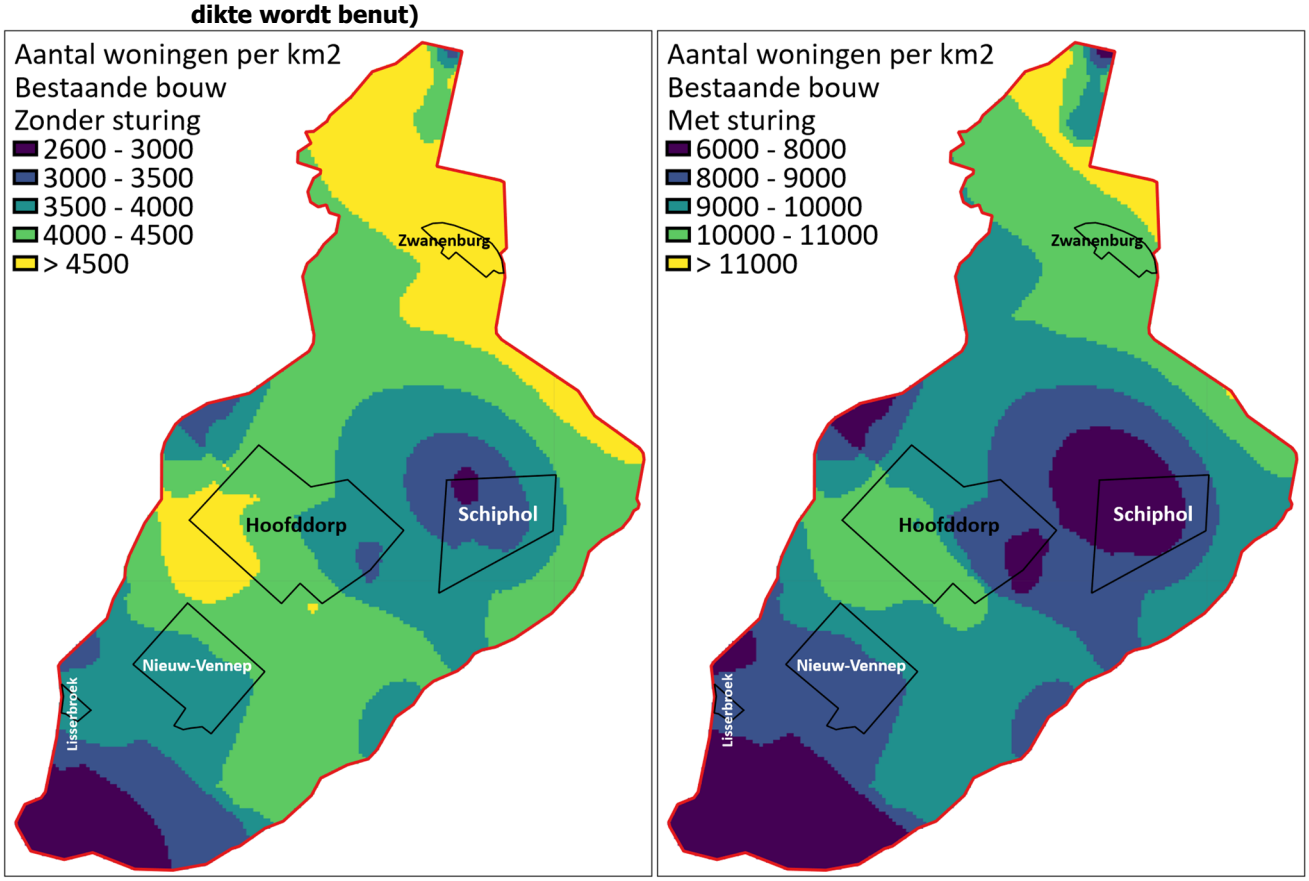
Op basis van de kaarten kan worden gesteld dat de beschikbare capaciteit van de ondergrond in de gehele gemeente Haarlemmermeer ruimschoots voldoende is voor nieuwbouw.

Afbeelding 7.4 Het aantal nieuwbouwwoningen dat per vierkante kilometer kan worden verwarmd zonder sturing (gemiddelde bronafstand driemaal de thermische straal) en met sturing (gemiddelde bronafstand tweemaal de thermische straal)



Het verwarmen van bestaande bouw met bodemenergie vraagt om een aanzienlijk hogere capaciteit. Zonder sturing op bronnenplaatsing wordt het gewenste aantal van 2600 woningen per km2 alleen rond Schiphol en Buitenkaag niet behaald (afbeelding 7.5). Sturing op bronnenplaatsing zorgt voor een significant hogere capaciteit (afbeelding 7.5).

Afbeelding 7.5 Het aantal bestaande woningen dat per vierkante kilometer kan worden verwarmd zonder sturing (gemiddelde bronafstand driemaal de thermische straal, helft van effectieve dikte wordt benut), met sturing (gemiddelde bronafstand tweemaal de thermische straal, helft van effectieve dikte wordt benut) en met sturing en collectiviteit (bronafstand tweemaal de thermische straal en volledige effectieve dikte wordt benut)



7.2 Gesloten bodemenergiesystemen

Voor gesloten systemen is het minder eenduidig om vast te stellen wat de capaciteit in de bodem is. De potentie per systeem wordt voornamelijk bepaald door de interferentie met omliggende bodemlussen en de beschikbare ruimte hiervoor. Dit zorgt ervoor dat laagbouw met percelen die ruimte bieden om lussen te plaatsen het meest geschikt is om gesloten systemen toe te passen. Tevens blijft dan het benodigde leidingwerk zeer beperkt en kunnen de woningeigenaren eigenaar zijn van het systeem. In dergelijke wijken is de capaciteit vrijwel nergens een probleem. Mede omdat de bodemopbouw weinig invloed heeft op het vermogen, kunnen de lussen indien nodig dieper aangelegd worden om het gewenste vermogen te bereiken.

Het niet eenduidig in te schatten welke woningdichtheid maximaal verwarmd kan worden met gesloten bodemenergie. Lokaal kunnen bodemlussen op relatief korte afstand van elkaar geplaatst worden (5 à 7m, afhankelijk van de diepte), maar over grotere gebieden kan dit leiden tot teveel negatieve interferentie. Dit is voor laagbouw over het algemeen geen probleem; in rijen van huizen is de dichtheid aan bodemlussen groot, maar op straten en pleinen worden juist geen bodemlussen geplaatst.

Aangezien gesloten bodemenergiesystemen over het algemeen een grotere verwarmingsfunctie dan koelfunctie hebben, ontstaat op termijn een koudeoverschot in de bodem. Hierdoor koelt de bodem af. Grondwaterstroming zorgt ervoor dat het afgekoelde grondwater afstroomt. Dit zorgt ervoor dat gebieden met hoge stroomsnelheden (afbeelding 5.14), welke minder geschikt zijn voor open bodemenergiesystemen, juist wel geschikt zijn voor gesloten systemen. Dit gunstige effect wordt minder groot bij grootschalig gebruik van bodemlussen, omdat de benedenstroomse systemen dan interferentie ondervinden van de bovenstroomse systemen.

Omdat de bodemopbouw beperkt invloed heeft op het functioneren van de systemen, zal de capaciteit van de bodem over de gehele Haarlemmermeer vrijwel gelijk zijn. Uitgaande van wijken waar woningen op individuele basis een gesloten bodemenergiesysteem op eigen terrein kunnen realiseren, zullen over de gehele gemeente Haarlemmermeer ca. 2000 tot 2500 woningen per km² verwarmd kunnen worden, afhankelijk van de boordiepte. Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele risico's met betrekking tot artesisch grondwater en het doorboren van scheidende kleilagen (paragraaf 5.3 en 5.5).

7.3 Combinatie gesloten en open systemen

De combinatie van open en gesloten bodemenergiesystemen kan enkele problemen met zich meebrengen:

- Gesloten bodemenergie werkt veelal in onbalans (koudeoverschot). Indien een GBES in of nabij de warme bel van een OBES wordt aangelegd, zal deze warmte onttrekken uit de warme bel van het open systeem en het rendement hiervan verminderen. Deze rendementsvermindering is bij een enkele GBES over het algemeen niet bezwaarlijk, maar kan wel significant zijn wanneer meerdere GBES in de warme bel worden aangelegd. Ongewenste interferentie kan door middel van extra beleidsregels, zoals diepterestricties, worden voorkomen (zie hoofdstuk 8).

- De plaatsing van een gesloten bodemenergiesysteem in een koude bel van een OBES heeft over het algemeen een negatief effect op het rendement van het gesloten bodemenergiesysteem. De grondwatertemperatuur in een koude bel ligt namelijk lager dan de achtergrondtemperatuur van de bodem. De door het OBES opgewekte stroming vermindert dit negatieve effect enigszins en kan voorkomen dat de bodem rond de bodemlus van de GBES bevriest. Desalniettemin zullen de bodemlussen van een GBES over het algemeen moeten worden verlengd.

- Een combinatie van open en gesloten systemen leidt mogelijk tot een beperking van de capaciteit in de bodem, aangezien de gewenste positieve interferentie van OBES met tussenliggende GBES niet altijd mogelijk is.

Daarnaast kan de combinatie van OBES en GBES problemen opleveren in de vergunningprocedure: in gebieden waar gesloten bodemenergiesystemen reeds vergund zijn, wordt het moeilijk om OBES te plaatsen. In het ontwerp van de GBES is namelijk geen rekening gehouden met een significante verandering van de achtergrondtemperatuur in de bodem. GBES kunnen over het algemeen nog wel worden geplaatst wanneer OBES reeds vergund zijn, omdat de invloed van een GBES op een OBES over het algemeen gering is. Grootschalige inzet van GBES komt echter wel in het gedrang.

De bovenstaande problematiek kan worden voorkomen als GBES en OBES in horizontale of verticale richting van elkaar gescheiden worden middels interferentiegebieden. Op die manier kunnen deze twee vormen van bodemenergie elkaar juist versterken door een optimale benutting van de bodemcapaciteit.

8 Aanvullende beleidsregels en interferentiegebieden

8.1 Inleiding

Wanneer toekomstbestendige inzet van bodemenergie in het gedrang komt, kan het raadzaam zijn gebiedsspecifieke maatregelen te treffen door middel van het aanwijzen van een gebied als interferentiegebied. Hierin moet onderscheid gemaakt worden tussen risico's die specifiek gelden voor de gemeente Haarlemmermeer en risico's die slechts in een deel van de gemeente tot uiting komen. In het eerste geval kunnen aanvullende beleidsregels worden opgesteld die gaan gelden voor de gehele gemeente. In het tweede geval kan het raadzaam zijn om de gebiedsspecifieke risico's te ondervangen middels het vastleggen van een gebied als interferentiegebied. De gedane aanbevelingen zijn technisch van aard en kunnen met de afdeling juridische zaken van de gemeente worden vertaald naar definitief beleid.

8.2 Aanvullende beleidsregels voor de hele gemeente

Zoals beschreven in hoofdstuk 4 en hoofdstuk 7 is het gebruik van WVP1/2 voor open bodemenergiesystemen vanwege de genoemde redenen risicovol. Het kan daarom raadzaam zijn het gebruik van dit watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen te verbieden in de gehele gemeente Haarlemmermeer. Door de beperkte capaciteit zal de keuze van ontwikkelaars echter zelden op dit pakket vallen. Daarbij zullen de effecten veelal te groot zijn om vergunningen verleend te krijgen.

Om het aantal doorboringen van de scheidende laag tussen WVP1/2 en WVP3 (SDL1) te verminderen, kan worden gekozen om in kwetsbare gebieden met veel nieuwbouw de maximale diepte voor GBES te beperken tot boven deze laag. Hiermee kan het risico op het ontstaan van wellen worden verkleind. Dit beperkt echter wel de mogelijkheden voor kleinschalige toepassing van bodemenergie. Daarbij verzorgt het Hoogheemraadschap van Rijnland maatwerkadvies met betrekking tot de boorwerkzaamheden, waardoor dit risico al in grote mate beperkt blijft. Met dit beleid maakt het hoogheemraadschap tevens duidelijk dat er geen ernstige bezwaren zijn tegen het doorboren van de kleilaag.

In gebieden waar gepland wordt op grote schaal bodemenergie toe te passen, is het raadzaam andere grondwatergebruikers te beperken of te onderzoeken in welke vorm dit mogelijk is. Grootschalige onttrekkingen en brijnlozingen kunnen grote, negatieve gevolgen hebben voor de werkzaamheid en het rendement van de bodemenergiesystemen. Met de huidige wetgeving geldt wie het eerst komt wie het eerst maalt en dat kan problemen opleveren als andere gebruikers eerder een vergunning krijgen.

8.3 Interferentiegebieden en bodemenergieplannen

Interferentiegebieden zijn gebieden waar extra richtlijnen van kracht zijn met betrekking tot het ontwerp en uitvoering van bodemenergiesystemen. Deze gebieden hebben met name tot doel de bodem efficiënt te benutten door interferentie te voorkomen bij grootschalige inzet van bodemenergie. Doordat rekening gehouden wordt met toekomstige systemen, draagt een interferentiegebied bij aan een "eerlijke" verdeling van de ondergrond over (toekomstige) partijen. Het beperken van risico's is een andere reden waarom een interferentiegebied kan worden ingezet. Individuele vergunningaanvragen kunnen namelijk niet worden gebruikt om te sturen op toekomstige cumulatieve effecten van een cluster bodemenergiesystemen. Dit kan wel middels een interferentiegebied, waardoor het cumulatieve hydrologische invloedsgebied en de verticale effecten worden gelimiteerd.

De toewijzing van een interferentiegebied biedt niet voor elk risico of knelpunt uitkomst. Hieronder volgt een lijst met situaties waarin een interferentiegebied wel nuttig is:

Beperking van ongewenste interferentie
Een interferentiegebied kan uitkomst bieden wanneer de interferentie tussen systemen zonder sturing significante problemen oplevert. Dit komt in de volgende gevallen voor:

Open systemen:
- Een lage capaciteit in de bodem of een hoge energievraag, waardoor het noodzakelijk is de bodem efficiënt te benutten. Indien een capaciteit van 30% of meer benodigd is ten opzichte van de maximale capaciteit (met sturing), biedt een interferentiegebied significante voordelen door het bewerkstelligen van een efficiëntere plaatsing van systemen. Hiermee wordt tevens de kans beperkt dat individuele gebruikers worden benadeeld door omliggende systemen.
- Hoge grondwaterstromingssnelheid, waardoor warme bellen kunnen afstromen in de richting van koude bellen en vice versa. Een interferentiegebied kan gebruikt worden om warme en koude bellen op stroken te plaatsen parallel aan de stroomrichting. Hierdoor wordt het verlies van energie beperkt.
- Beperkte aanwezigheid van boorlocaties en ruimte op eigen perceel, waardoor er weinig speling is met betrekking tot het plaatsen van bronnen en bronnen op korte afstand van elkaar geplaatst moeten worden.
- Toepassing van zowel open als gesloten systemen binnen hetzelfde gebied. Een interferentiegebied kan de ongewenste interferentie tussen deze twee systeemtypes verminderen door ze ruimtelijk of in verticale zin van elkaar te scheiden.

Gesloten systemen:
- Wanneer een hoge dichtheid aan bodemlussen niet collectief maar afzonderlijk wordt ontworpen (systeem voor systeem), kan interferentie een correcte werking van de systemen in de weg zitten. In een dergelijk geval wordt in het ontwerp namelijk geen rekening gehouden met de toekomstige, naburige systemen. Bij een collectief ontwerp is dit probleem niet van toepassing. Bij een hoge potentiële dichtheid aan bodemlussen kan een interferentiegebied zeer zinvol zijn op de schaal van enkele straten tot hele wijken. Een interferentiegebied voor GBES hoeft over het algemeen niet uit een uitgebreid plan te bestaan: middels een vergunningeis voor GBES kunnen bepaalde uitgangspunten met betrekking tot interferentie worden opgenomen. Met deze uitgangspunten kan het beschreven probleem op een simpele maar effectieve manier worden aangepakt. Op deze manier wordt het proces gemakkelijker gemaakt voor zowel de ontwerper als de gemeente.

Beperking hydrologische effecten
Risico's die worden veroorzaakt door verticale hydrologische effecten, zoals opbarsting, zetting, kwel en het verspreiden van verontreinigingen (in bovenliggende lagen), kunnen worden beperkt door de toewijzing van een interferentiegebied. Middels een interferentiegebied kan namelijk worden gestuurd op een dusdanige plaatsing van systemen dat systemen elkaars hydrologische effecten opheffen. Zonder toewijzing van een interferentiegebied kunnen systemen bij een bepaalde onderlinge plaatsing juist zeer grote cumulatieve hydrologische effecten hebben. Tevens kan bij het opstellen van een bodemenergieplan vooraf vastgesteld worden hoe groot de cumulatieve effecten zullen zijn en wat benodigd is om deze in te perken. Het aanwijzen van een interferentiegebied is echter alleen zinvol indien het de verwachting is dat cumulatieve hydrologische effecten zonder ordening kunnen leiden tot ongewenste effecten.

Sturing tijdens aanleg
Indien door lokale omstandigheden de risico's tijdens de aanleg groter zijn dan gebruikelijk, kan er gestuurd worden op bijvoorbeeld vergunningplicht van gesloten systemen, voorwaarden omtrent het plaatsen van bronnen in openbare ruimte, sturing op collectiviteit, ontwerpparameters en diepterestricties.

8.3.1 Advies interferentiegebieden

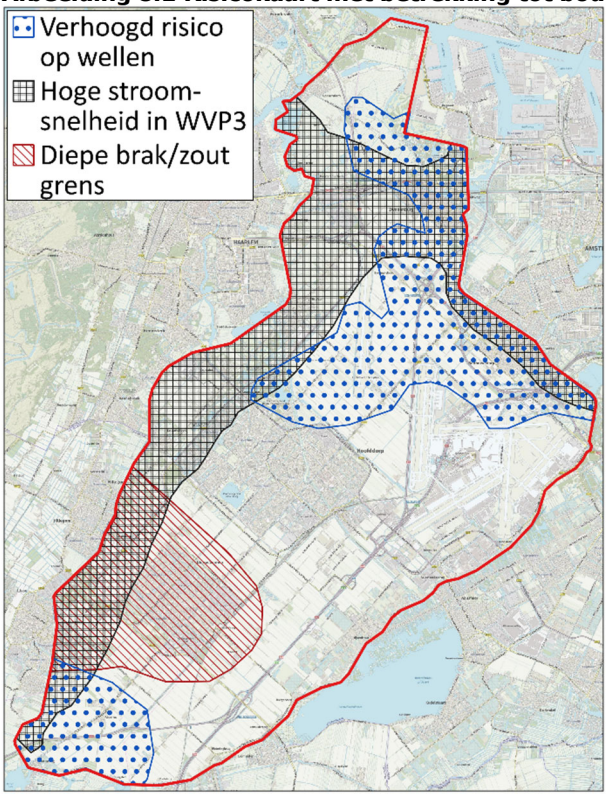
Op basis van eerder genoemde redenen om interferentiegebieden aan te wijzen, kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

Allereerst hangt het advies met betrekking tot interferentiegebieden sterk af van de geplande ontwikkelingen. In gebieden waar veel open bodemenergiesystemen toegepast zullen worden, zal de dichtheid van de ontwikkelingen en de ruimte en mogelijkheden om boringen te plaatsen op eigen perceel doorslaggevend zijn. Tevens is het bij toepassing van zowel open als gesloten bodemenergiesystemen altijd gunstig om een bodemenergieplan op te stellen om interferentie tussen beide te voorkomen.

De toekomstige ontwikkelingen zijn tijdens het schrijven van deze rapportage niet bekend en worden hier buiten beschouwing gelaten. Wel wordt geadviseerd om voor ieder stadscentrum en dorpskernen met een hoge wooneenhedendichtheid een bodemenergieplan te overwegen. Dit geldt ook voor ontwikkelgebieden en toekomstige nieuwbouwwijken. Potentiële interferentiegebieden worden allereerst gebaseerd op specifieke bodemgebonden risico's (afbeelding 8.1), te weten:

- een substantiële verhoging van het risico op welvorming door open bodemenergiesystemen in WVP3, gerelateerd aan de afwezigheid/ beperkte aanwezigheid van scheidende lagen. In dit gebied is het risico op verspreiden van verontreinigingen ook verhoogd door sterkere hydrologische effecten vanuit WVP3 naar WVP1/2. Een interferentiegebied kan worden gebruikt om cumulatieve hydrologische effecten in deze gebieden te beperken.
- een hoge grondwaterstroomsnelheid in WVP3. Hier is de impact van een interferentiegebied zeer groot omdat negatieve interferentie kan worden voorkomen door een juiste ruimtelijke ordening van systemen.
- een diep gelegen brak/zout grens (nabij WVP3). Hier kan een interferentiegebied worden gebruikt om eventuele verzilting te beperken.

Afbeelding 8.1 Risicokaart met betrekking tot bodemenergie in de gemeente Haarlemmermeer



Met betrekking tot gesloten systemen is het verstandig om elke wijk waar grootschalige toepassing zal plaatsvinden, aan te wijzen als interferentiegebied. De beleidsregels kunnen beperkt blijven tot een vergunningplicht en een aantal voorwaarden met betrekking tot toekomstige interferentie, zodat huidige systemen en toekomstige systemen elkaar niet belemmeren/ beïnvloeden. Dit is met name zinvol als een wijk in fases wordt ontwikkeld en de bodemenergiesystemen niet door dezelfde partij worden aangelegd. Indien geen open bodemenergiesystemen verwacht worden in het gebied, hoeven daar geen beleidsregels op gemaakt te worden.

9 Begrippenlijst

- Bodemenergiesysteem: alle onderdelen tezamen (het systeem) die benodigd zijn om energie te onttrekken aan en op te slaan in de bodem.

- Bodemlus: een afgesloten lus die over het algemeen verticaal in de bodem wordt gebracht en waardoorheen water wordt gepompt ten behoeve van een gesloten bodemenergiesysteem.

- Bron: een boorgat waaruit water wordt onttrokken dan wel geïnfiltreerd ten behoeve van een open bodemenergiesysteem.

- Filter(traject): een geperforeerde buis waardoor bij een open bodemenergiesysteem water in de bodem kan worden gebracht (infiltratie) of juist uit de bodem kan worden gehaald (onttrekking)

- Geologische formatie: een kenmerkende laag in de ondergrond die op een bepaalde manier (bijvoorbeeld door rivieren, de zee, gletsjers of de wind) is afgezet. De manier waarop een dergelijke laag is afgezet, bepaalt de eigenschappen van de laag, hetgeen van belang is voor bodemenergie.

- Gesloten bodemenergiesysteem: een bodemenergiesysteem dat warmte en koude uit de bodem haalt door het rondpompen van een vloeistof (water aangevuld met glycol) door bodemlussen.

- Infiltratie: het weer de bodem inpompen van uit een andere bron onttrokken grondwater (open bodemenergiesysteem).

- Inzijging: Het intrekken van regenwater in de bodem. Tegenovergestelde van kwel.

- Interferentie: het elkaar beïnvloeden van bodemenergiesystemen. Dit kan het thermisch rendement positief beïnvloeden (warme bellen beïnvloeden elkaar), maar ook negatief (een koude bel beïnvloedt een warme bel).

- Sturing: sturing door het bevoegde gezag. Dergelijke sturing kan bestaan uit aanbevelingen, aanvullende beleidsregels en het afkondigen van interferentiegebieden.

- Interferentiegebied: wettelijke constructie om in een bepaald gebied aanvullende eisen te stellen aan bijvoorbeeld de uitvoering van een bron voor een open bodemenergiesysteem of de energiebalans in de bodem.

- Kwel: Het omhoog stromen van grondwater richting het oppervlakte.

- Onttrekking: het uit de bodem halen van grondwater ten behoeve van een open bodemenergiesysteem.

- Open bodemenergiesysteem: een bodemenergiesysteem dat warmte en koude uit de bodem haalt door middel van infiltratie en onttrekking uit bronnen.

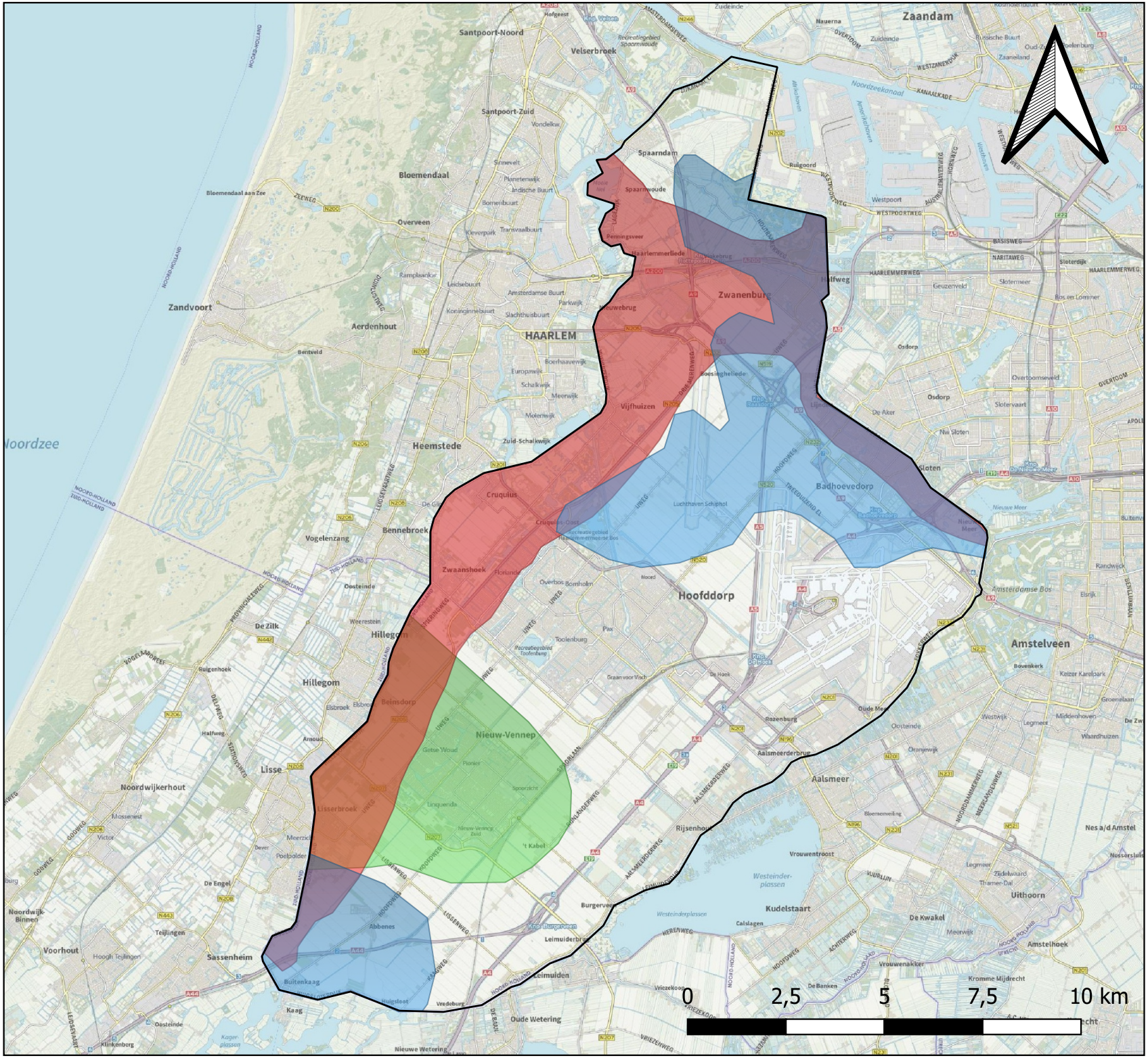
- Scheidende laag: een laag die het boven- en onderliggende watervoerende pakket (zie: watervoerend pakket) van elkaar scheidt door zijn hoge weerstand tegen grondwaterstroming. Een scheidende laag bestaat over het algemeen uit klei en/of veen.

- Thermische straal: de afstand tot de bron dan wel bodemlus waarbinnen de temperatuur van de bodem tenminste met een halve graad Celsius wordt beïnvloed.

- Watervoerend pakket: een laag die goed water doorlaat en daarom mogelijk te gebruiken is voor open bodemenergiesystemen. Een watervoerend pakket bestaat uit zand en/of grind.

Tabel 1.1 Risico's ten gevolge van grootschalige toepassing van bodemenergie

	Kwaliteit gegevens	Ernst gevolgen	Kans van optreden door bodemenergie	Omkeerbaarheid effect	Risico	Beheersmaatregel	Tijdsspanne	Invloed klimaat-verandering
Invloed op zoute kwel	Goed	Gering	Zeer klein	Volledig	Klein	Open systemen in WVP3	n.v.t.	Geen
Ontstaan van wellen	Goed	Ernstig	Lokaal aanwezig, met name bij afwezigheid van voldoende scheidende lagen	Niet mogelijk	Matig	Open systemen in WVP3, effectenberekeningen, ordening systemen	Direct na ingebruikname	Geen
Vermenging zoet en zout water	Goed	Matig	Lokaal aanwezig	Over lange periode	Matig	Open systemen in WVP3, ordening systemen	Het effect neemt na ingebruikneming toe met tijd	Gevolgen worden versterkt door klimaatverandering.
Artesisch grondwater	Goed	Zeer ernstig	In gehele gemeente aanwezig	Niet mogelijk	Groot	Verhoogd opstellen, beperken doorboren kleilaag, Protocol Hoogheemraadschap van Rijnland.	Bij aanleg en eventueel bij onderheid	Geen
Bronverstopping	Matig	Matig	Klein	n.v.t.	Klein	Open systemen in WVP3. Chemische analyses bij aanleg.	Enkele tot tientallen jaren	Verandering in energiebalans
Grondwaterstroming	Goed	Matig	Lokaal groot	n.v.t.	Matig	Ordening van open systemen	Enkele jaren	Geen
Oxidatie van veen	Zeer goed	Ernstig	Zeer beperkt	Niet mogelijk	Klein	Niet noodzakelijk	n.v.t.	Geen
Verspreiden van verontreinigingen	Matig	Matig	Lokaal aanwezig	Niet mogelijk	Matig	Saneren van verontreinigingen, Gebuisd boren, lagere debieten	Enkele jaren	Geen
Bodemleven en biodiversiteit	Goed	Klein	Klein	n.v.t.	Klein	n.v.t.	Enkele jaren	Geen



Risicokaart & Interferentiegebieden

Bijlage 2

Advies voor toewijzing interferentiegebieden:

Het aanwijzen van interferentiegebieden is voornamelijk afhankelijk van de verhouding tussen de energievraag en de bodemcapaciteit. Om zonder een locatiespecifieke energievraag toch aan te geven in welke gebieden mogelijk risico's beperkt moeten worden is een potentiekaart opgesteld.

Er vanuitgaande dat de bodemcapaciteit overal toereikend is voor nieuwbouwwijken is dit niet meegenomen in deze kaart. Risico's met een grote kans van optreden waarop de afweging is gemaakt zijn:

1. Menging van zoet/zout water.
Diepe ligging van de brak/zout grens leidt sneller tot menging door bodemenergiesystemen in WVP3.

2. Hoge stroomsnelheden
Bij hoge stroomsnelheden is de meerwaarde van een interferentiegebied zeer groot omdat interferentie kan leiden tot zeer grote thermische verliezen in de bodem.

3. Dikte scheidende lagen.
Indien de dikte van scheidende lagen beperkt is kan grootschalige toepassing tot ongewenste effecten aan het oppervlakte leiden. Toewijzing van interferentiegebieden kunnen deze effecten beperken.

- Gemeentegrens
- Dikte SDL < 5
- Hoge stroomsnelheden
- Diepe brak/zoutgrens

Gemaakt door:	Martijn van Leer
Gecontroleerd:	Dick van Harlingen
Datum:	13-1-2020
Status:	Concept
Projectnummer	200110

VHGM
kwaliteit in bodemenergie

Rekenmethodieken en uitgangspunten.

Klimaatgegevens

Om de mogelijke beïnvloeding van risico's door klimaatverandering te verkennen wordt de verwachte klimaatverandering geschetst. Dit wordt alleen gedaan voor parameters die relevant worden geacht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het KNMI rapport "KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective". Tabel 1 toont van relevante parameters de berekende waarde in 2050 en 2085 ten opzichte van de periode 1981-2010. In het klimaatrapport van KNMI worden vier scenario's gebruikt. De hoogste en laagste uitkomsten van deze scenario's worden getoond in de tabel.

Tabel 1 Relevante klimaatparameters in 2050 en 2085 ten opzichte van de referentieperiode 1981-2010.

Variabele	Waarde tijdens referentieperiode (1981-2010)	Verandering t.o.v. referentieperiode in 2050	Verandering t.o.v. referentieperiode in 2085
Temperatuur (winter)	3,4 °C	+ 1,1 tot +2,7 °C	+ 1,3 tot +4,1 °C
Temperatuur (zomer)	17,0 °C	+ 1,0 tot +2,3 °C	+ 1,2 tot +3,7 °C
Zeeniveau t.o.v. N.A.P.	+3 cm	+15 tot +40 cm	+25 tot +80 cm
Jaarlijkse neerslag	851 mm	+2,5 tot +5,5%	+5 tot +7%
Potentiële verdamping	559 mm	+3 tot +7%	+2,5 tot +10%
Neerslag (winter)	211 mm	+3 tot +17%	+4,5 tot +30%
Aantal natte dagen (winter)	55 dagen	-0,3 tot +2,4 %	-0,9 tot +3%
Neerslag (zomer)	224 mm	-13 tot +1,4%	-23 tot +1,0%
Aantal natte dagen (zomer)	43 dagen	-10 tot + 0,7%%	-16 tot +4%
Droogte (gemiddeld hoogste neerslagtekort in de zomer)	144 mm	+0,7 tot +30%	+1 tot +50%

Uit de gegevens in tabel 1 blijkt dat de totale hoeveelheid jaarlijkse neerslag zal stijgen. Ondanks deze stijging zorgt een aantal zaken echter voor een groter risico op droogte in de zomer. Ten eerste zal de hoeveelheid neerslag in de zomer naar verwachting juist afnemen. Ten tweede wordt er een toename in verdamping verwacht, met name veroorzaakt door de toenemende temperatuur. Ten derde zal neerslag meer in pieken voorkomen (het totaal aantal natte dagen neemt af). Dergelijke pieken worden in een polder vrijwel direct door de gemalen op de boezem geleegd, waardoor dit water in mindere mate beschikbaar is voor zoetwaterlenzen in de bodem. Daarbij zal door de ligging in de polder het toenemende neerslagtekort in de zomer niet direct tot verlaging van grondwaterstanden resulteren, omdat minder water uit de polder gemalen zal worden deze polder.

Uit de klimaatgegevens in tabel 1 worden alleen de in de tekst toegepaste klimaatparameters samengevat in H4.1.1.

Gegevens ondergrond

Watervoerende pakketten

Voor de bodemopbouw en de bijbehorende parameters is gebruik gemaakt van de rasterkaarten en profielen uit REGIS II v2.2 (TNO) om een landdekkend beeld te kunnen leveren met betrekking tot de verwachte bodemopbouw en de ruimtelijke variatie. Aan de hand van boringen uit DINOloket (TNO) is gecontroleerd of er grote afwijkingen waar te nemen zijn ten opzichte van dit model in het gebied. REGIS II v2.2 bevat ook gegevens met betrekking tot de doorlatendheid van de pakketten. De diktes van kleilagen en de doorlatendheid van de watervoerende pakketten is gebaseerd op de waarden zoals deze in REGIS II v2.2 zijn opgenomen. In REGIS II v2.2 zijn de watervoerende pakketten zoals beschreven in dit rapport opgedeeld in meerdere lagen. De indeling is als volgt gemaakt:

Het 1^{e} en 2^{e} watervoerende pakket bestaan uit de zandige pakketten van de volgende formaties:

- Formatie van Boxtel
- Formatie van Kreftenheye
- Formatie van Urk
- Formatie van Drente
- Eem Formatie
- Formatie van Sterksel

De totale aanwezigheid van klei wordt weergegeven door de kleiige pakketten van deze formaties. De scheidende laag tussen het 1e en 2e watervoerende pakket bestaat uit de kleiige pakketten van de Waalre klei. Het 3e watervoerende pakket bestaat uit de zandige lagen van de Formatie van Peize-Waalre.
De kleiige lagen zijn niet meegenomen in beschrijvingen van de dikte.

Bij de berekeningen waarbij de diktes en doorlatendheden van de watervoerende pakketten worden genoemd, zijn de bovenstaande lagen uit REGIS samengenomen. De kD is opgeteld, de dikte is opgeteld, en als diepteligging wordt de bovenkant van de bovenste bijbehorende laag gebruikt en de onderkant van de onderste laag van het pakket.

Deklaag

Omdat binnen de deklaag er grote variatie aanwezig in lithologie is, is REGIS niet toereikend voor risicobepalingen waarbij de samenstelling van de deklaag relevant is. Voor de lithologische klassen in de deklaag is gebruik gemaakt van GeoTOP v1.4 (TNO). Uit de rasterdata van GeoTOP zijn kaarten geproduceerd met de meest waarschijnlijke lithoklasse per diepte.

Stijghoogtes

De stijghoogtes welke gebruikt zijn voor de berekeningen zijn afkomstig uit Grondwatertools (TNO), een interpolatietool voor gemeten waarden uit peilbuizen zoals deze te vinden zijn in DINOloket. Omdat de stijghoogtes voornamelijk zijn gebruikt om grondwater- en kwelstromen te bepalen, is gebruik gemaakt van de grondwaterstanden op dezelfde datum voor de gegevens in de watervoerende pakketten, zijnde 1-6-2016, in plaats van gemiddelde waarden van elke peilbuis in de Haarlemmermeer te gebruiken. Op deze manier zijn de onderlinge grondwaterstanden tussen peilbuizen representatief, wat doorrekent in representatieve grondwaterstroming. Grondwatertools maakt gebruik van indelingen voor de bodemopbouw op basis van het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium. Om representatieve stijghoogtes te verkrijgen is gebruik gemaakt van de stijghoogtes aangegeven als WVP2 (eerste laag onder de deklaag) en WVP6 (eerste laag onder de Waalre Klei). Deze benaming wijkt af van de benamingen voor de watervoerende pakketten zoals deze zijn beschreven in onderhavig rapport.

Maaiveld

Voor de maaiveldhoogte is gebruik gemaakt van het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN3, maaiveld). Dit bestaat uit hoogtedata zoals deze is gemeten met LiDAR. Op plekken waar gebouwen aanwezig zijn wordt geïnterpoleerd. In de Haarlemmermeer zijn veel sloten aanwezig, welke in veel gevallen niet als waterlichaam worden gezien, maar als verlaging in het landschap. Dit leidt lokaal tot afwijkende waarden in de berekeningen waarbij het maaiveld is gebruikt.

Rekenmethodieken

Kwel en grondwaterstroming

De kwel en grondwaterstroming zijn berekend door de Wet van Darcy:

$$q = k * \frac{dh}{dx}$$

In de vergelijking is q de darcy flux (m/d), k de doorlatendheid (m/d), dh het verschil in stijghoogte en dx het verschil in afstand. Deze afstand is bij de kwelstroom de dikte van de klei of veen in de deklaag. Bij de grondwaterstroming wordt hiervoor de celgrootte gebruikt van de rasters. Voor de kwel is de weerstand van klei en veen aangenomen op 100 dagen, wat resulteert in een doorlatendheid van 0,01 m/d.

Zoet/zout grens

Er zijn weinig grondwatergegevens in de gemeente Haarlemmermeer waaruit de diepte van de brak/zout grens kan worden opgemaakt. De spaarzame gegevens tonen niet direct de diepte waarop de brak/zout grens voorkomt, maar enkel chloridegehalten op bepaalde diepten. Om uit die gegevens de diepte van de grens op te maken kan lineair worden geïnterpoleerd. Voorbeeld: op 10 m – N.A.P. is het chloridegehalte 500 mg/l en op 30 m -N.A.P. is deze 1500 mg/l. De ligging van de brak/zout grens (1000 mg/l) wordt dan geschat op 20 m – N.A.P.

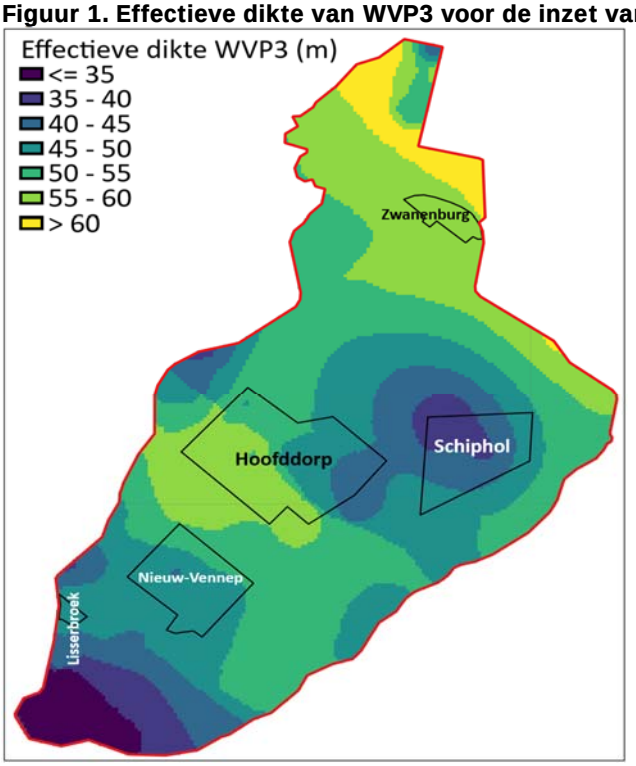
De volgende analyses van TNO zijn gebruikt voor deze berekeningen.

Boring	RDX	RDY	Afstand tot top Waalre klei	Afstand tot top WVP3
B31A0113	103080	471770	30	n.v.t
B25C0371	102850	476120	9	n.v.t
onbekend	106880	476102	>52	n.v.t
B25C0183	109996	476554	34	n.v.t
B25D0221	111866	478475	57	n.v.t
B25D0556	111670	480650	53	n.v.t
B25D0590	113022	483370	>66	n.v.t
B25D0632	112000	485010	n.v.t	>59
B25D0586	110364	486075	n.v.t	69
B25B1013	111044	490142	>80	n.v.t
B25A0857	108260	487630	71	n.v.t
B25C0351	105967	486165	n.v.t	57
onbekend	105097	483106	n.v.t	43
B25C0353	106132	478246	46	n.v.t

Capaciteit

Om tot een realistische capaciteit te komen kan niet zomaar het volume gebruikt worden van het pakket, omdat het in de praktijk vaak niet mogelijk is om dat te halen. De dikte van WVP3 moet worden vertaald naar een effectieve dikte. Met effectieve dikte wordt bedoeld de dikte van het pakket dat geschikt is om bronfilters van open bodemenergiesystemen in te plaatsen. Hierbij worden de volgende rekenregels in acht genomen: 20 m afstand tot WVP1/2 wanneer er geen scheidende laag aanwezig is tussen WVP1/2 en WVP3, 10 m afstand tot de scheidende laag tussen WVP1/2 en WVP3, 10 m afstand tot de Formatie van Maassluis (geohydrologische basis). Verder worden slechter doorlatende lagen in WVP3 niet meegerekend. Van de resterende dikte wordt een derde afgetrokken, omdat de ervaring leert dat er vaak nog klei, grind- of silthoudende lagen voorkomen in de Formatie van Peize-Waalre. Dergelijke lagen zorgen voor een kortere filterlengte. Aan de hand van deze rekenregels komen we tot de lengte die effectief gebruikt kan worden voor filterstellingen (figuur 1).

Figuur 1. Effectieve dikte van WVP3 voor de inzet van open bodemenergiesystemen



Aan de hand van de effectieve dikte kan vervolgens berekend worden hoeveel energie jaarlijks kan worden opgeslagen in de bodem. Dit wordt gedaan aan de hand van de te behalen debieten. Hiervoor is de norm voor infiltratiebronnen (NVOE, 2006) gebruikt:

$$v_{\inf} = 1.000 \left(\frac{k}{150} \right)^{0,6} \sqrt{\frac{v_{verstopping}}{2\, MFI\, u_{eq}}}$$

Voor k is de doorlatendheid van het pakket op locatie gebruikt. De verstoppingssnelheid v = 0.1 m/a. Voor de MFI is 2 s/l² aangehouden. Er wordt uitgegaan van 1500 vollasturen.

Uitgaande van een gebruikelijke diameter van het boorgat van 700 mm, de infiltratienorm en de effectieve filterlengte kan het debiet bepaald worden:

$$Q = (v_{inf} * 2\pi * R_{Boorgat} * L_{effectief})$$

Het debiet geldt voor een enkele bron. Uitgaande van hetzelfde aantal vollasturen en de watercapaciteit van water (4,2 MJ/m³K) en van zand(2,4 MJ/m³K) kan de thermische straal worden berekend van deze bron:

$$R_{Thermisch} = \sqrt{\frac{C_w * Q_{seizoen}}{C_z * L_{effectief}}}$$

Volgens de BRL 11000 dienen bij open bodemenergiesystemen de bronnen op een afstand van drie maal de thermische straal geplaatst te worden. Gelijke bronnen kunnen echter dichter bij elkaar geplaatst worden. Op welke manier bronnen zonder sturing geplaatst zullen worden op de locaties zal per geval verschillen. Als aanname is gedaan dat alle bronnen in het slechtste geval op 3 maal de thermische straal van elkaar af zullen staan, waarbij elke bron op gelijke afstand van elkaar staat. In de andere scenario's (hoofdstuk 6) is een gemiddelde bronafstand van 2 aangenomen, waarbij gelijke bronnen dicht bij elkaar zijn geplaatst.

Het aantal bronnen dat dan geplaatst kan worden per kilometer is als volgt benaderd:

$$N = (\frac{1000}{Bronafstandfactor * Rth})^2$$

waarin de bronafstandfactor wordt gebruikt om de eerder benoemde scenario's door te rekenen (3 voor scenario "zonder sturing" en 2 voor scenario "met sturing").
Dit aantal bronnen bestaat uit zowel koude als warme bronnen. Daardoor is de helft van de bronnen koud en de helft warm. De totale capaciteit van de bodem is berekend als volgt:

$$E = Q_{seizoen} * C_w * \Delta T * \frac{N}{2}$$

Hierbij is aangenomen dat $\Delta T = 6$ ℃.

Deze energie is vervolgens omgerekend naar een aantal woningen. Hierbij is uitgegaan van het seizoen waarin warmte wordt onttrokken, omdat het verwarmen van een woning meer energie uit de bron onttrekt dan het koelen van een woning. De hoeveelheid energie benodigd per nieuwbouwwoning in een moderne wijk is berekend op basis van het BENG-rekenmodel 4.3.3 en een gemiddelde COP van de warmtepomp van 4 voor het verwarmen en de tapwaterproductie. Op basis van gegevens van de gemeente Haarlemmermeer bestaat een gemiddelde grote moderne wijk in de Haarlemmermeer ongeveer voor driekwart uit rijenwoningen (waarvan ~ een kwart hoekwoningen) en voor een kwart uit meergezinswoningen. De gemiddelde bodemzijdige energievraag per nieuwbouwwoning is bij een dergelijke samenstelling ongeveer 5MWh per woning.

Op basis van het gemiddelde gasverbruik is de bodemzijdige energievraag van een bestaande tussenwoning ongeveer 9MWh. Het energieverbruik van een tussenwoning komt ongeveer overeen met het gemiddelde energieverbruik in een grote moderne wijk met de eerder genoemde samenstelling.



habitus

Verkennend onderzoek effecten
bodemenergie op biodiversiteit

Gemeente Haarlemmermeer

Van Harlingen Grondwater Management B.V.

habitus

Projectadviseur
Isabelle Bense MSc
isabelle@habitus.nl
0172-204060

Rapportage
Isabelle Bense MSc, Alex Zuijdervliet BSc

Documentcode
VHGM2020-1-QS1-V3

In opdracht van
VHGM

Contactpersoon opdrachtgever
dhr. Paul Zwetsloot

Opleverdatum
5 februari 2021

Kwaliteitscontrole
Nick Kroese BSc

Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van dit rapport inclusief foto's is enkel toegestaan met toestemming van de eigenaar (de opdrachtgever) en onder vermelding van de bron.

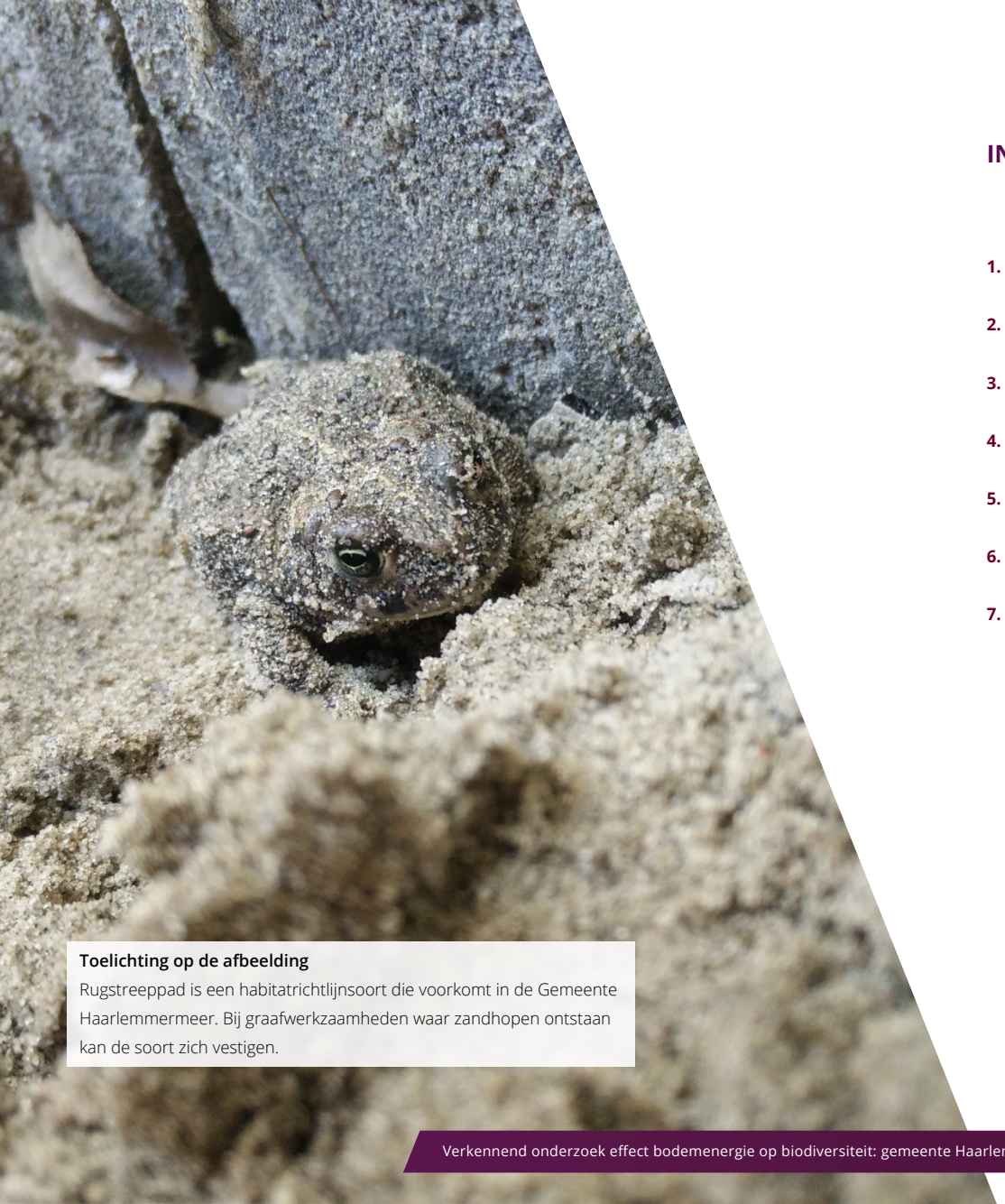
Dit rapport is met de grootste zorg samengesteld. Desondanks aanvaardt Habitus geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of door toepassing van adviezen. Onze algemene voorwaarden zijn hier in te zien. Onze privacyverklaring is hier te vinden.

Een verklaring van onze documentcodes is te vinden op onze website.

Adres: Tolnasingel 3 / 2411 PV / Bodegraven
Kvk-nummer: 78391385 / **Btw-nummer:** NL861372669B01
Rekeningnummer: NL14ABNA0494577894

https://habitus.nl





Toelichting op de afbeelding
Rugstreeppad is een habitatrichtlijnsoort die voorkomt in de Gemeente Haarlemmermeer. Bij graafwerkzaamheden waar zandhopen ontstaan kan de soort zich vestigen.

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	4
2.	PLANGEBIED	6
3.	BODEMENERGIESYSTEMEN	7
4.	KORTETERMIJNEFFECTEN	11
5.	LANGETERMIJNEFFECTEN	19
6.	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	24
7.	MAATREGELEN	25
	BRONVERMELDING	
	BIJLAGEN	

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het gebruik van aardwarmte speelt een steeds grotere rol als natuurlijke, oneindige energiebron en wordt steeds grootschaliger toegepast (Lund en Boyd, 2016). De gemeente Haarlemmermeer wil de mogelijkheden onderzoeken om bodemenergie grootschalig toe te passen in de gemeente. Naast de positieve aspecten van duurzaam gebruik van bodemenergie, zijn er mogelijk ook negatieve effecten. Met name de directe en indirecte effecten op boven- en ondergrondse biodiversiteit zijn niet duidelijk. Om dit te onderzoeken, wordt er een verkennend onderzoek uitgevoerd van de korte- en langetermijneffecten van bodemenergie op de flora en fauna in de gemeente Haarlemmermeer.

1.2 Doel en centrale vraag

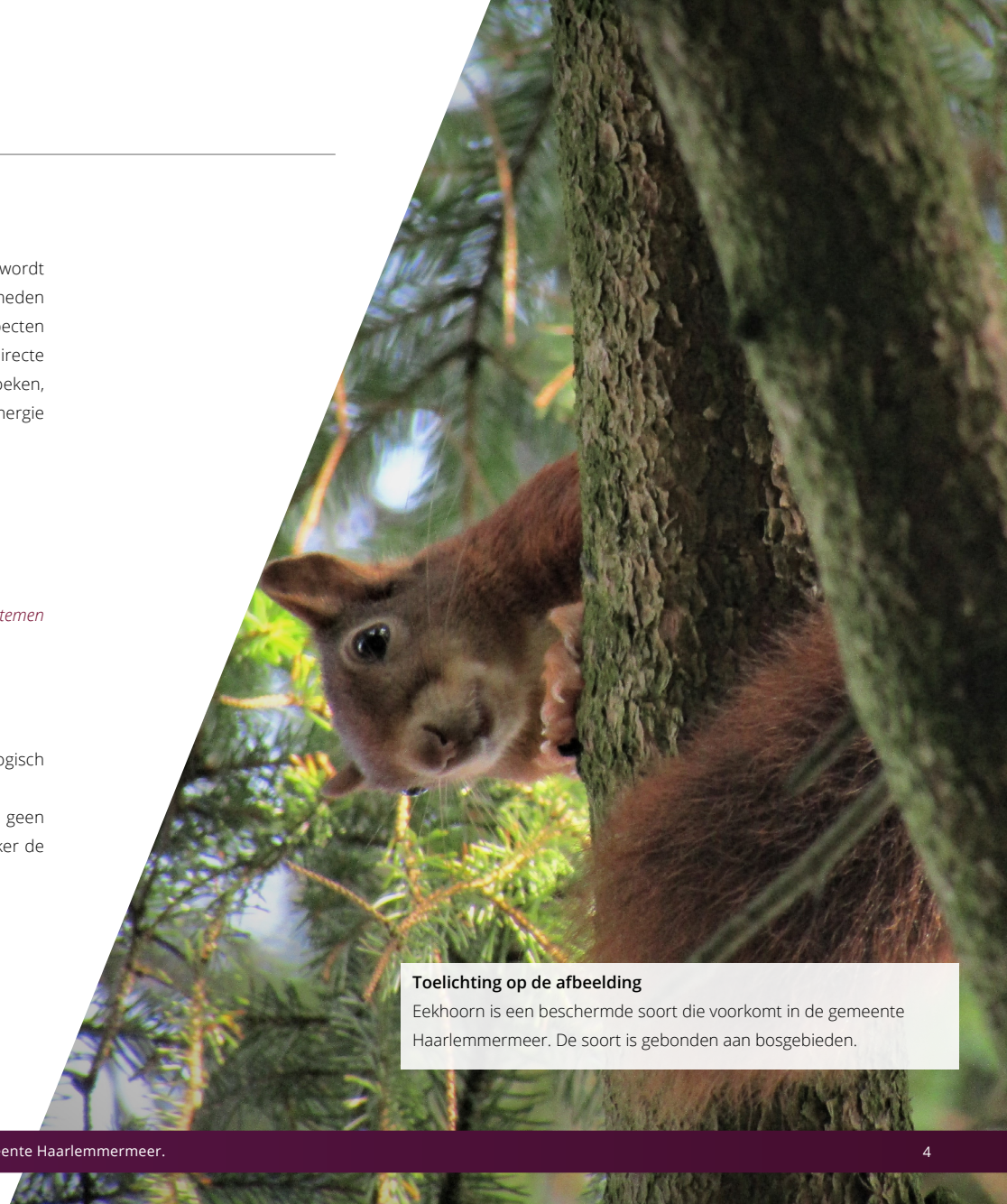
In dit rapport wordt een effectbeschrijving van bodemenergiesystemen opgesteld.

De centrale vraag luidt:
Wat is het effect op het bodemleven en de biodiversiteit bij grootschalige toepassing van bodemenergiesystemen in de gemeente Haarlemmermeer?

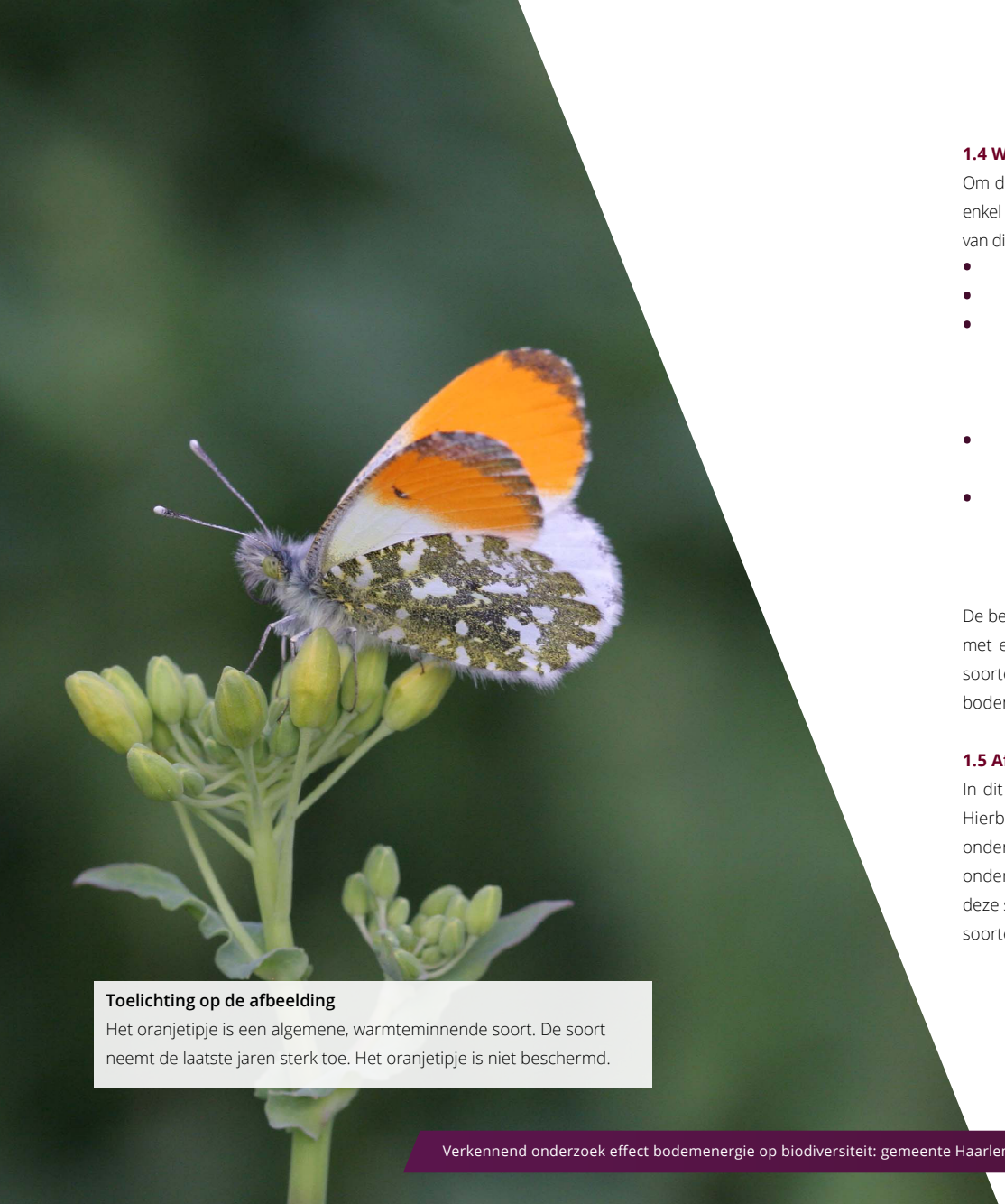
1.3 Criteria

Op dit onderzoek zijn de volgende criteria van toepassing:

- Het onderzoek is uitgevoerd door deskundige ecologen met een hbo of wo opleiding op ecologisch gebied, zoals, (toegepaste) biologie, dierecologie of bos -en natuurbeheer.
- Het onderzoek is uitgevoerd door een **onafhankelijk** adviesbureau. Habitus verklaart hierbij geen enkel belang te hebben bij de uitkomst van het onderzoek. Ook heeft iedere vaste medewerker de ethische gedragscode ondertekend en beloofd hiernaar te handelen.
- Het onderzoek voldoet aan onze eigen proces- en kwaliteitseisen. Bekijk deze hier.



Toelichting op de afbeelding
Eekhoorn is een beschermde soort die voorkomt in de gemeente Haarlemmermeer. De soort is gebonden aan bosgebieden.



Toelichting op de afbeelding
Het oranjetipje is een algemene, warmteminnende soort. De soort neemt de laatste jaren sterk toe. Het oranjetipje is niet beschermd.

1.4 Werkwijze

Om de centrale vraag op de meest efficiënte wijze te beantwoorden, is gekozen voor een onderzoeksopzet die enkel bestaat uit een bureau-onderzoek. Het bureau-onderzoek bestaat uit verschillende acties en het raadplegen van diverse bronnen, namelijk:

- Bestuderen van aangeleverde documenten door de opdrachtgever over de uitvoering.
- Raadplegen documentatie over werking, installatie en omgevingseffecten van bodemenergiesystemen.
- Raadplegen Nationale Databank Flora en Fauna om de aanwezige soorten te achterhalen. Er wordt standaard gekozen voor een tijdreeks van vijf jaar. De begrenzing komt overeen met de begrenzing van de gemeente Haarlemmermeer. Alle waarnemingen van soorten met relevant gedrag worden bekeken en beoordeeld.
- Inschatting impact van werkzaamheden rond de installatie van bodemenergiesystemen op de biodiversiteit (korte termijn).
- Inschatting impact omgevingseffecten op de biodiversiteit (lange termijn). Dit heeft met name betrekking tot de verwachte temperatuurs- en grondwaterpeilwisselingen die veroorzaakt kunnen worden door het gebruiken van bodemenergiesystemen.

De beoordeling van de effecten wordt uitgevoerd op basis van de kennis van de ecoloog, eventueel aangevuld met een literatuurstudie, welke wordt vermeld in de bronnenlijst. Nadat alle informatie over effecten en soorten beschreven zijn, worden er aanbevelingen gedaan op ecologisch vlak voor de implementatie van bodemenergie in de gemeente Haarlemmermeer.

1.5 Afbakening

In dit rapport worden de effecten beschreven van bodemenergiesystemen op de algehele biodiversiteit. Hierbij wordt gekeken naar open bodemenergiesystemen, gesloten bodemenergiesystemen en ondergrondse opslagtanks. De ecologische effecten van de aanleg en werking van deze systemen wordt onderzocht. De effecten van eventuele calamiteiten of incorrecte aanleg worden niet behandeld, omdat deze situaties tijdens de vergunningverlening uitgebreid behandeld worden. Dit rapport beperkt zich tot de soorten organismen die voorkomen in de gemeente Haarlemmermeer.

2. PLANGEBIED

2.1 Plangebied

Het plangebied betreft de gemeente Haarlemmermeer en is gelegen in de provincie Noord-Holland. De begrenzing van het plangebied is weergegeven in Figuur 1. De gemeente Haarlemmermeer kan ruwweg in vier landschapstypes opgedeeld worden. Deze worden hieronder behandeld.

2.1.1 Stedelijk gebied

De gemeente heeft een aantal stedelijke gebieden, waaronder Nieuw-Vennep, Hoofddorp, Zwanenburg, Badhoevedorp, Abbenes en Lisserbroek. Deze gebieden bestaan uit woonwijken met woonhuizen met tuinen, openbaar groen, wegen en sloten.

2.1.2 Landelijk gebied

Het landelijk gebied beslaat het grootste oppervlak van de gemeente en bestaat uit intensief beheerde weilanden en akkers, die afgewisseld worden met sloten, wegen en lijnvormig opgestelde bebouwing.

2.1.3 Industriegebied en bedrijventerrein

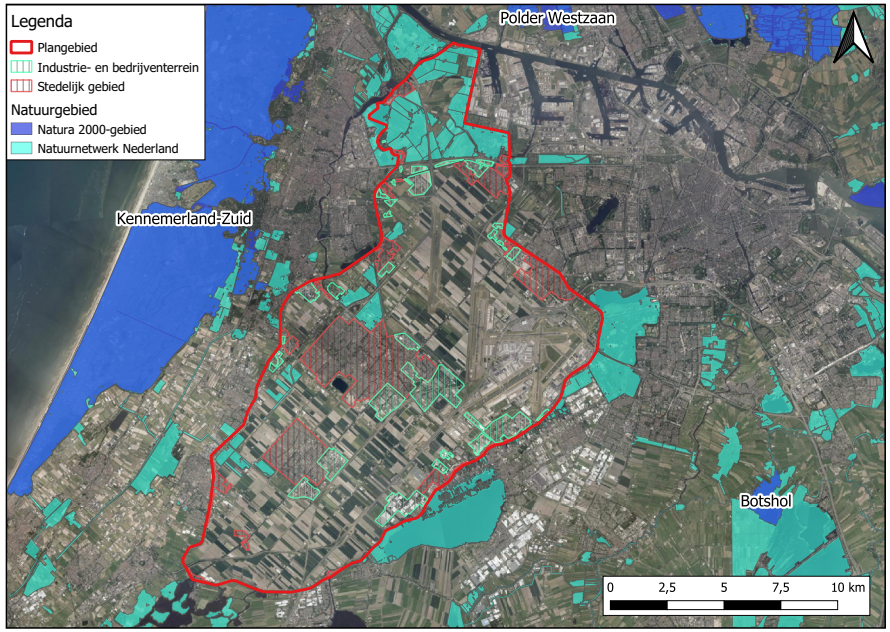
De industriegebieden en bedrijventerreinen grenzen voornamelijk aan stedelijk gebied en bestaan uit verharding en bebouwing. In het noordoosten van het plangebied ligt het vliegveld Schiphol.

2.1.4 Natuurgebied

Er liggen geen Natura 2000-gebieden in de gemeente, maar wel diverse NNN-gebieden, waaronder het Recreatiegebied Haarlemmermeerse Bos en Recreatiegebied Groene Weelde. De meeste NNN-gebieden liggen in het noordelijke deel van de gemeente, waaronder de Vereenigde Binnenpolder, het Westhoffbos en Recreatiegebied Spaarnwoude. In het noorden is ook het grootste waterlichaam van de gemeente, de Mooie Nel.

2.2 Planning

De gemeente Haarlemmermeer is voornemens om in de komende 20 tot 30 jaar bodemenergiesystemen grootschalig toe te passen binnen de grenzen van de gemeente. Met grootschalig wordt bedoeld dat binnen een groot aantal wijken binnen de gemeente Haarlemmermeer door de gehele wijk verspreid bodemenergiesystemen aangelegd zullen worden. Het gaat dan over honderden systemen, verspreid over de gemeente Haarlemmermeer, maar deze zullen wel vaak, maar niet uitsluitend geclusterd zijn in specifieke wijken (nieuwbouwwijken, ontwikkelingen).



Figuur 1: de landschapstypes in de gemeente Haarlemmermeer. Landelijk gebied is niet aangegeven op de kaart, omdat deze duidelijk zichtbaar is (PDOK, 2020; Provincie Noord-Holland, 2020).

3. BODEMENERGIESYSTEMEN

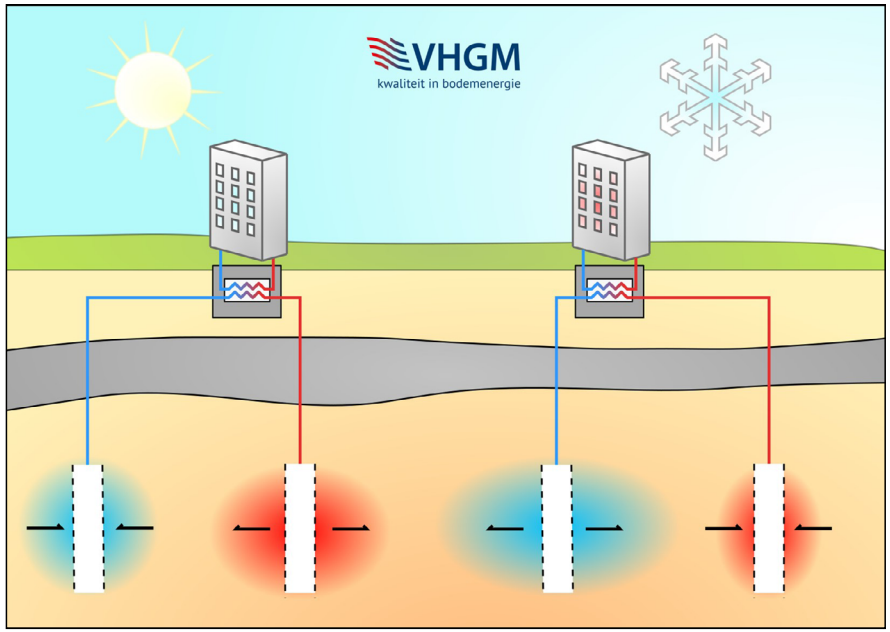
In deze rapportage worden de effecten van drie typen bodemenergiesystemen behandeld: open bodemenergiesystemen, gesloten bodemenergiesystemen en opslagtanks. De installatie en werking van elk systeem worden hieronder beschreven.

3.1 Open bodemenergiesystemen

Een open bodemenergiesysteem maakt gebruik van twee bronnen: een warmtebron en een koudebron. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het grondwater.

3.1.1 Installatie

Een open bodemenergiesysteem kan op verschillende manieren toegepast worden. Voor een doublet worden de warmte- en koudebron aangelegd door twee gaten te boren tot een diepte van 100 tot 200 meter. Deze gaten zijn gemiddeld ongeveer 70 centimeter, maar is afhankelijk van de capaciteit van het systeem. Eén van de gaten zal gebruikt worden als koudebron en de ander als warmtebron. De bronnen liggen tussen de 50 en 300 meter uit elkaar (VHGM, Bijlage 4). Voor een monobron is er slechts één boorgat nodig en worden de bronnen boven elkaar geplaatst. In de gaten wordt een bronfilter en een tijdelijke onderwaterpomp ingebracht en het gat wordt aangevuld met grind en klei. Dan wordt de bron ontwikkeld (SKB, 2013). Dit houdt in dat vuil en fijne deeltjes uit de bron worden verwijderd, waardoor het water gemakkelijker door de bronfilter zal stromen en er minder snel verstopping zal plaatsvinden. Het verwijderen kan op diverse manieren plaatsvinden, maar meestal houdt dit in dat er water door de bron gespoeld wordt. Hierbij wordt grondwater onttrokken en geloosd (SKB, 2013). De eisen aan de lozing zijn vastgelegd in de lozingsvergunning. Over het algemeen betekent dit dat het geloosd wordt in het vuilwaterriool. (SKB, 2013). Zodra de bron ontwikkeld is, wordt er een putbehuizing geplaatst aan de oppervlakte. De afmeting hangt af van het type behuizing en het boorgat, maar is over het algemeen ongeveer 1.5 meter lang bij 1.5 meter breed bij 1 meter diep, zie Figuur 3. Daarna wordt de permanente onderwaterpomp in het boorgat geplaatst en wordt er grondwater onttrokken om monsters te nemen (SKB, 2013). Vanaf de putbehuizing worden er sleuven van ongeveer 1 meter diep gegraven, waarin leidingen en kabels worden aangelegd. Deze leidingen brengen het water naar de gebouwen, die gebruik maken van de bodemenergie.



Figuur 2: de werking van een open bodemenergiesysteem (bron: VHGM, 2020).

3.1.2 Werking

Voor de werking van open bodemenergiesystemen wordt er gebruik gemaakt van grondwater uit het tweede of derde watervoerende pakket. Tijdens koude periodes wordt er grondwater uit de warmtebron omhooggepompt, verder opgewarmd door een opwekker (bijvoorbeeld een warmtepomp) en vervolgens gebruikt om een gebouw te verwarmen (Figuur 2). De kou die hierbij vrij komt, wordt afgegeven aan het grondwater en opgeslagen in de koude bron. Tijdens warme periodes wordt er grondwater uit de koudebron omhooggepompt en gebruikt om een gebouw te verkoelen. De warmte die hierbij vrijkomt, wordt in de warmtebron ingebracht. Warmte- en koudebronnen kunnen op grote schaal naast elkaar

toegepast worden, waardoor vele gebouwen in hun warmte- of koudebehoefte kunnen worden voorzien. Bij de werking van dit systeem wordt er gebruik gemaakt van de natuurlijke isolerende werking van de bodem (VHGM, Bijlage 4; SKB, 2013). Als vuistregel kan gebruikt worden dat de capaciteit van één open bodemenergiesysteem ruwweg gelijk is aan ongeveer 50 gesloten bodemenergiesystemen. Dit verschilt per situatie en hangt af van de capaciteitsvraag en bodempotentie. De temperatuur van het water in een open bodemenergiesysteem kan variëren van 5^{0}C tot 25^{0}C.

3.1.3 Levensduur en onderhoud

De levensduur van een open bodemenergiesysteem is afhankelijk van lokale factoren, zoals de bodemopbouw, grondwaterkwaliteit en broncapaciteit. Bij goed beheer gaat een open bodemenergiesysteem zeker 30 jaar mee (SKB, 2013; ECW, 2021). Open bodemenergiesystemen worden doorgaans tweemaal per jaar schoongespoeld om ophoping van kleine deeltjes en verstopping van de bron te voorkomen. Hierbij wordt grondwater ontrokken aan de bron. Dit water wordt teruggebracht in de bodem of elders geloosd afhankelijk van de toegekende vergunning (VHGM, 2021; SKB, 2013).



Figuur 3: de putbehuizing van een open of gesloten bodemsysteem (Bron: VHGM, 2020).

3.2 Gesloten bodemsystemen

Een gesloten bodemenergiesysteem bestaat uit een lusvormige buis. Dit systeem maakt gebruik van thermische uitwisseling van warmte en koude met de bodem en het grondwater.

3.2.1 Installatie

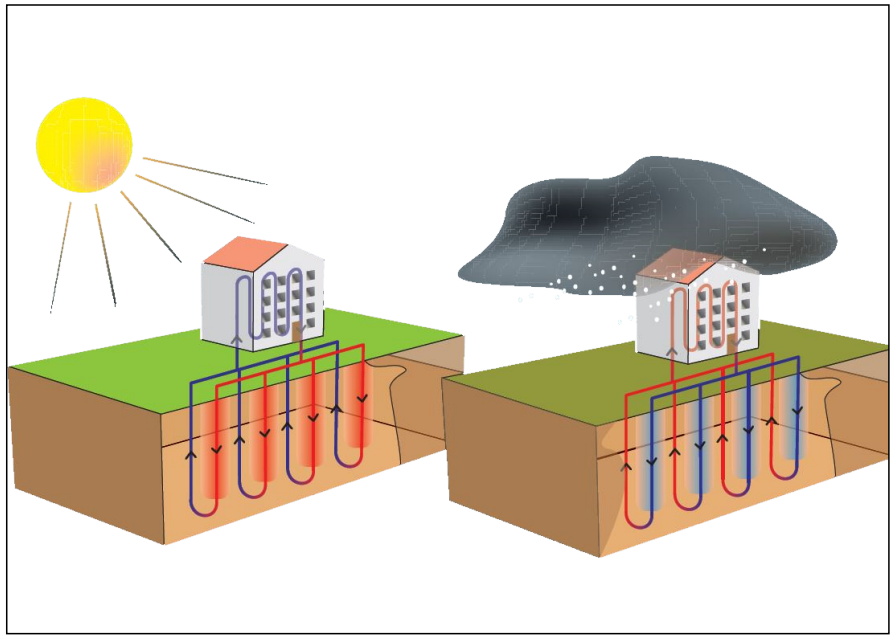
De gesloten lusvormige leiding is gevuld met water en een additief (bijvoorbeeld glycol). Er wordt een gat van ongeveer 25 centimeter doorsnede en 100 tot 200 meter diep in de grond geboord met behulp van een spoelboring. Hierbij wordt er eenmalig water ingebracht in de bodem en ook (grond)water opgepompt. De lusvormige leiding wordt in het gat ingebracht en het gat wordt afgedicht met grind en klei. De twee uiteinden van de leidingen worden aangesloten op het warmte en koudesysteem. De buizen kunnen direct onder nieuwbouw geplaatst worden of via een putbehuizing en leidingen, zoals bij open bodemenergiesystemen (SKB, 2013).

3.2.2 Werking

Tijdens warme periodes gaat warm water het buizensysteem in de grond in, zie Figuur 4. Deze wordt door middel van geleiding met de bodem gekoeld. Het koele water komt weer het gebouw in via het uiteinde van de leiding, waar het verder afgekoeld wordt door middel van een omzetter. Deze kou wordt vervolgens gebruikt om het gebouw te koelen. Tijdens koude periodes wordt het proces omgedraaid. Warmte wordt ontrokken aan het water in de buis en verder opgewarmd via een warmtepomp. Hiermee wordt een gebouw verwarmd en warm kraanwater beschikbaar gemaakt (VHGM, Bijlage 4). De temperatuur van het water in de leidingen kan variëren van 5^{0}C tot 25^{0}C

3.2.3 Levensduur

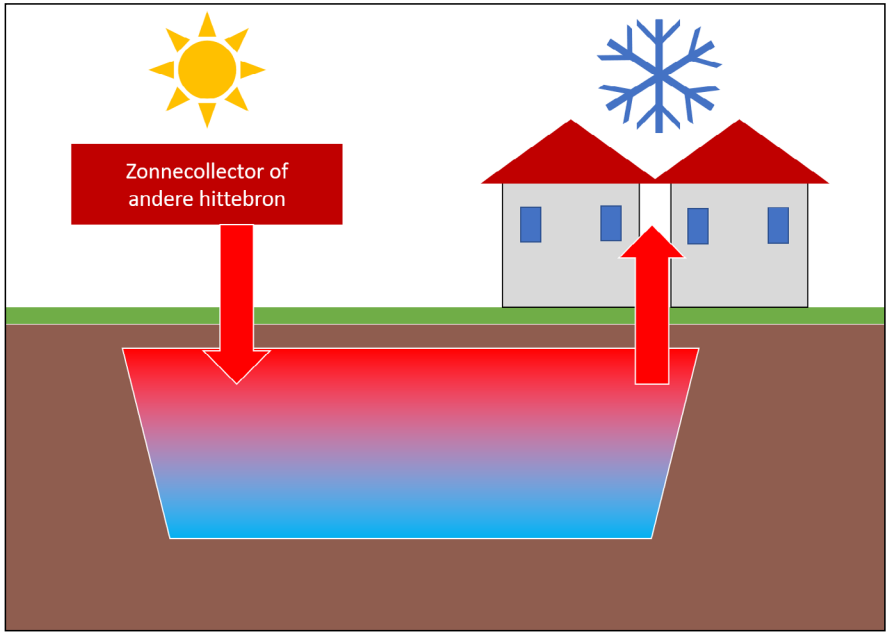
De levensduur van gesloten bodemenergiesystemen is niet afhankelijk zijn van lokale omstandigheden. Sommige bronnen stellen een levensduur van meer dan 50 jaar voor (BodemenergieNL, 2021).



Figuur 4: de werking van een gesloten bodemenergiesysteem (Bron: SKB, 2013).



Figuur 5: de aanleg van een Hocosto opslagtank (Bron: Hocosto, 2021).



Figuur 6: de werking van een opslagtank.

3.3 Opslagtanks

Een opslagtank is een ondergronds bassin met water, waar restwarmte in wordt opgeslagen. Het is een gesloten systeem, waarbij er geen uitwisseling met het grondwater plaatsvindt.

3.3.1 Installatie

Voor de plaatsing van opslagtanks vinden er graafwerkzaamheden plaats. Er wordt een oppervlakte uitgegraven. Deze oppervlakte kan variëren afhankelijk van het type opslagtank en de plaats van toepassing. De orde van grootte ligt in de tientallen meters. Zo zijn er opslagtanks van 50 bij 50 meter groot en 10 meter diep (Hocosto, 2021). Ook zijn er cylindervormige opslagtanks van 30 bij 30 meter en 30 meter diep of groter (Ecovat, 2021). Tijdens het graven wordt eventueel opwellend grondwater uit het gat gepompt. Het gat wordt geïsoleerd, waarna er een geraamte in geplaatst wordt voor stabiliteit (Figuur 5). Het bassin wordt gevuld met water en verbonden met leidingen. Voor de leidingen vinden er graafwerkzaamheden tot één meter diepte plaats vanaf de warmtebronnen naar het bassin en vanaf het bassin naar de gebouwen die verwarmt dienen te worden. Deze gebouwen liggen in de nabijheid van de opslagtank. Het bassin wordt afgedicht met een isolerende laag en bedekt met aarde.

3.3.2 Werking

Tijdens warme periodes wordt de restwarmte van zonnepanelen, bedrijven en woningen afgegeven aan het water in de opslagtank (Figuur 6). Tijdens koude periodes wordt de opgeslagen warmte gebruikt om woningen te verwarmen. Het water in de opslagtank kan een temperatuur hebben van 90^{0}C.

3.3.3 Levensduur

De levensduur van opslagtanks is niet afhankelijk zijn van lokale omstandigheden en kan groter dan 50 jaar zijn (Ecovat, 2021).

4. KORTETERMIJNEFFECTEN

Er wordt in dit rapport onderscheid gemaakt tussen de kortetermijneffecten tijdens de installatie van de systemen en de langetermijneffecten tijdens het gebruik van de systemen. Hieronder worden de verwachte kortetermijneffecten beschreven, die invloed kunnen hebben op de biodiversiteit.

4.1 Effecten van bodemenergiesystemen

Door de verschillen in installatiewerkzaamheden zijn er per bodemenergiesysteem andere effecten te verwachten op de omgeving. In tabel 1 staan de te verwachten effecten bij de verschillende werkzaamheden. Ook staan hier de soortgroepen weergegeven, die negatieve effecten kunnen ondervinden van de werkzaamheden. In paragraaf 4.2 worden de effecten in meer detail beschreven. Er zijn geen waarnemingen van reptielen bekend in de gemeente Haarlemmermeer, daarom worden deze niet genoemd.

Tabel 1: De verwachte effecten per werkzaamheid en de soortgroepen die daar naar verwachting een negatief effect van ondervinden.

Effect	Werkzaamheden	Open systeem	Gesloten systeem	Opslagtank	Organismen die een negatief effect kunnen ondervinden	Effect op biodiversiteit
Oppervlakteverlies	Boren, graven, opslag materiaal, rijroutes, boom kappen	Ja	Ja	Ja	Grondgebonden zoogdieren, planten, mossen, korstmossen, insecten, vleermuizen, vogels	Zie paragraaf 4.2.1
Bodem omwoelen	Boren, graven	Beperkt	Beperkt	Ja	Bodemleven, planten, grondgebonden zoogdieren	Zie paragraaf 4.2.2
Harde geluiden	Boorwerkzaamheden, graafwerkzaamheden, inzet groot materieel	Ja	Ja	Ja	Vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vleermuizen	Zie paragraaf 4.2.3
Zware trillingen	Boorwerkzaamheden	Ja	Ja	Nee	Vleermuizen, vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vissen, weekdieren	Zie paragraaf 4.2.4
Lichtvervuiling	Plaatsen extra verlichting	Mogelijk	Mogelijk	Mogelijk	Vleermuizen, vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vissen	Zie paragraaf 4.2.5
Grondwater onttrekken en lozen uit 1e watervoerende pakket	Boren, graven	Beperkt bij aanleg en eventueel bij onderhoud	Beperkt bij aanleg	Ja, bij aanleg	Planten, mossen, insecten, weekdieren, vissen, amfibieën, waterplanten	Zie paragraaf 4.2.6
Vergraafbaar zand	Graven	Beperkt bij leidingen	Beperkt bij leidingen	Ja	Rugstreeppad, oeverzwaluw	Zie paragraaf 4.2.7

4.2 Effecten op soorten

Voor de beoordeling van de kortetermijneffecten op boven- en ondergrondse biodiversiteit is een inschatting gemaakt van de gevolgen op alle relevante soortgroepen, ondersteund met literatuuronderzoek. Daarbij wordt extra aandacht besteed aan kwetsbare soorten, omdat de impact op het voortbestaan van deze soorten in de gemeente Haarlemmermeer groter is dan bij algemeen voorkomende soorten. Om de kwetsbare soorten in kaart te brengen is de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) geraadpleegd op 3 december 2020. Er is gekeken naar bekende waarnemingen van beschermde en Rode Lijst-soorten. Deze soorten vertonen een negatieve trend, dreigen te verdwijnen uit Nederland, zijn zeldzaam of zijn gebonden aan beperkte, specifieke leefgebieden. Deze soorten worden expliciet benoemd bij effecten waar er negatieve gevolgen voor specifieke soorten verwacht worden.

4.2.1 Oppervlakteverlies

Oppervlakteverlies vindt plaats bij werkzaamheden waarbij het grondoppervlak wordt aangetast. Er is sprake van tijdelijk oppervlakteverlies bij bijvoorbeeld rijroutes, opslag van materialen en graafwerkzaamheden, waarbij de bodem weer hersteld wordt. Permanent oppervlakteverlies vindt plaats bij de plaatsing van een putbehuizing of andere bovengrondse structuur en het kappen van bomen. Soorten kunnen op diverse manieren negatieve effecten ondervinden van oppervlakteverlies.

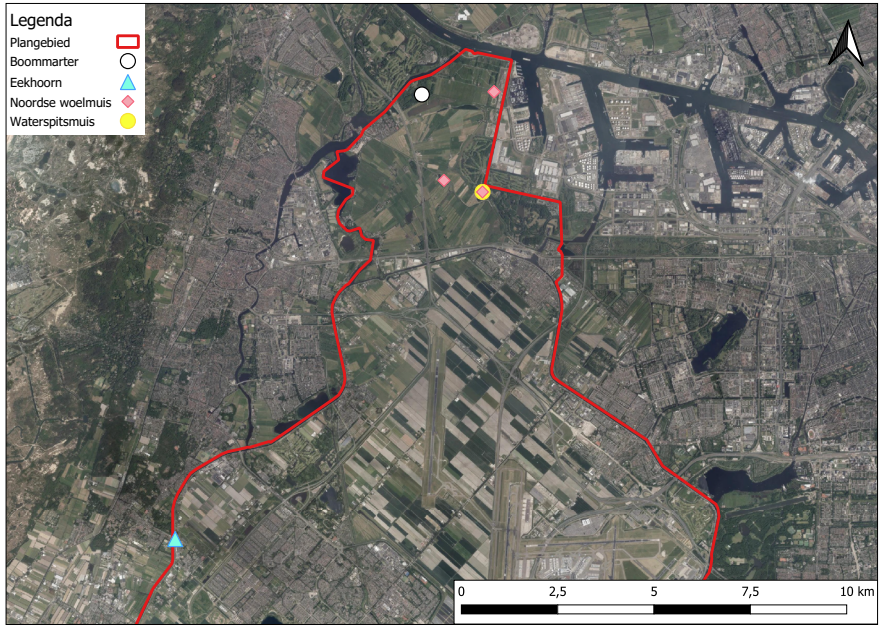
Kwetsbare zoogdieren

Noordse woelmuis en *waterspitsmuis*.

Deze soorten zijn sterk gebonden aan waterrijke gebieden en oevers. Noordse woelmuis is ook zeer gevoelig voor concurrentie van andere woelmuizen, zoals aardmuis en veldmuis. Hierdoor zijn de uitwijkmogelijkheden beperkt.

Eekhoorn en boommarter

Deze soorten zijn sterk gebonden aan gebieden met aangesloten boomkronen, zoals bossen. Dit habitat is zeer beperkt beschikbaar in de gemeente Haarlemmermeer, waardoor de soorten beperkt uit kunnen uitwijken voor verstoringen.



Figuur 7: de bekende waarnemingen van boommarter, eekhoorn, waterspitsmuis en noordse woelmuis in de gemeente Haarlemmermeer (2015-2020; Bron: PDOK, 2020; NDFF, 2020). Waterspitsmuis en noordse woelmuis zijn aangetroffen in resten van braakballen. Het is onduidelijk of deze soorten in de gemeente voorkomen. Inzoomen vergroot de leesbaarheid. Zie ook het kader op deze pagina.

Grondgebonden zoogdieren

Voor zoogdieren kan oppervlakteverlies een aantasting of vernietiging van leefgebied of verblijfplaatsen betekenen. Tijdens het voortplantingsseizoen kan dit het voortplantingssucces negatief beïnvloeden, bijvoorbeeld door het verlaten van het nest met jongen. Dit heeft een direct negatief effect op de populatie. Buiten het voortplantingsseizoen bezitten veel algemene soorten over voldoende flexibiliteit om een nieuw leefgebied of verblijfplaats te vinden. Dit betreft soorten die erg mobiel zijn en die weinig eisen stellen aan hun leefomgeving of waarvan geschikt leefgebied veel voorhanden is. Er zijn echter soorten, die ook buiten het voortplantingsseizoen zeer gevoelig zijn voor een dergelijke verstoring. Dit zijn soorten die sterk aan bepaalde habitats gebonden zijn, zoals eekhoorn, boommarter, noordse woelmuis en waterspitsmuis, zie kader en Figuur 7.

Planten, mossen, korstmossen

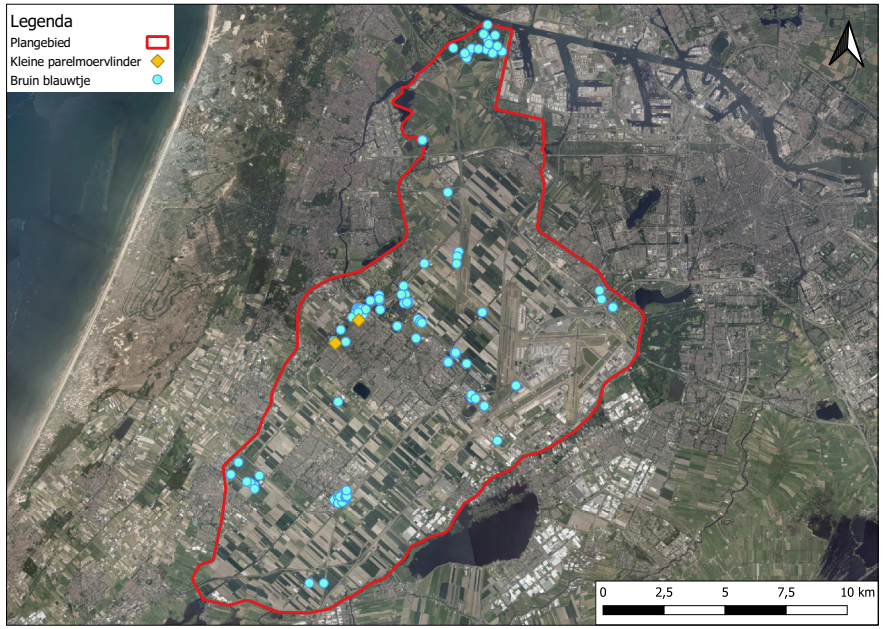
Planten, mossen en korstmossen zijn immobiel, waardoor ze niet kunnen uitwijken voor verstorende werkzaamheden. Oppervlakteverlies betekent voor deze organismen een aantasting of verlies van groeiplaatsen. Bij een tijdelijke aantasting van de groeiplaats zullen veel algemene planten-, mos- en kortmossoorten zich weer naar de aangetaste locatie kunnen verspreiden vanuit nabijgelegen populaties of vanuit de zaadbank in de bodem. Zeldzamere soorten zullen meer moeite hebben om zich opnieuw te vestigen, omdat de dichtstbijzijnde groeilocatie te ver weg kan zijn. Het kan ook zijn dat de groeiplaats niet meer geschikt is na de werkzaamheden door veranderingen in de bodem. Dit kan gebeuren bij soorten die op zeer specifieke plekken groeien. Hierdoor gaat de groeiplaats voor deze soort verloren. Bij permanent oppervlakteverlies door het plaatsen van bovengrondse structuren zal er geen kans op hervestiging zijn. Wanneer er in dit geval zeldzame of beschermde soorten groeiden, gaat deze populatie verloren. In gevallen waar dit de enige populatie is in de gemeente, zal de soort uit de gemeente verdwijnen. Zie het kader op pagina 15 voor specifieke soorten waar dit voor van toepassing kan zijn.

Insecten

Het effect van oppervlakteverlies is bij insecten gekoppeld aan de aanwezigheid van planten. Veel insectensoorten gebruiken diverse onderdelen van planten als voedselbron en voortplantingsmiddel, zoals bloemen, stengels, bladeren, wortels en afgestorven delen. Bij het verwijderen van planten is er een direct lokaal effect op de insectenpopulatie. Dit effect is het grootst tijdens het groeiseizoen van planten, omdat dan de meeste activiteit plaatsvindt, zoals voortplanting, ei-afzet en voedselverzameling. In gebieden waar veel vergelijkbare vegetatie beschikbaar is in de directe omgeving, zal dit negatieve effect kleiner zijn dan in geïsoleerde gebieden. Buiten het groeiseizoen is een negatief effect ook niet te voorkomen. Diverse insecten overwinteren of leven in de strooisellaag. Wanneer deze verwijderd wordt, worden de insecten ook verwijderd. De populaties van veel voorkomende soorten zullen zich relatief snel herstellen na dergelijke ingrepen. Kwetsbare en zeldzame soorten kunnen echter verdwijnen. In de gemeente kunnen grote effecten verwacht worden op twee vlindersoorten: bruin blauwtje en kleine parelmoervlinder, zie kader. De bekende waarnemingen van deze soorten zijn zichtbaar in Figuur 8.

Vleermuizen

Verblijfplaatsen van vleermuizen kunnen verloren gaan bij het kappen van bomen. Deze soorten zijn zeer gevoelig voor het verlies van verblijfplaatsen.



Figuur 8: de bekende waarnemingen van kleine parelmoervlinder en bruin blauwtje in de gemeente Haarlemmermeer (2015-2020; Bron: PDOK, 2020; NDFF, 2020). Inzoomen vergroot de leesbaarheid. Zie ook het kader op deze pagina.

Kwetsbare insecten

Bruin blauwtje (Rode Lijst: gevoelig). Waardplanten zijn diverse soorten ooievaarsbek, waaronder kleine ooievaarsbek en gewone reigersbek. De soort verpopt en overwintert in de strooisellaag bij de waardplanten. Belangrijke foerageerplanten zijn op boerenwormkruid, gewoon duizendblad en Jacobskruiskruid.

Kleine parelmoervlinder (Rode Lijst: kwetsbaar). Waardplanten zijn diverse soorten violen, waaronder duinviooltje, akkerviooltje en driekleurig viooltje. De soort verpopt tegen de stengel van de waardplant en overwintert tussen in de vegetatie.

Vogels

Oppervlakteverlies bij vogels uit zich met name in verlies van broedbiotoop, nesten of foerageergebied.

Nesten

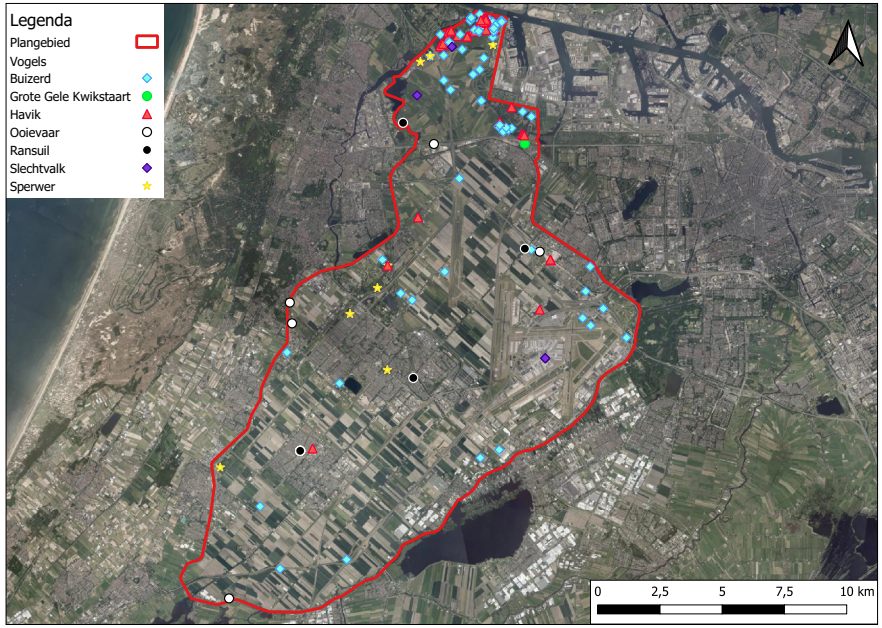
Het is in Nederland verboden om in gebruik zijnde nesten te beschadigen, weg te halen of te vernietigen. De meeste vogelsoorten maken elk broedseizoen een nieuw nest of zijn in staat een nieuw nest te maken. Het heeft geen negatieve gevolgen als oude nesten van deze soorten verwijderd worden buiten het broedseizoen door bijvoorbeeld graafwerkzaamheden of het kappen van een boom. Er zijn echter ook vogelsoorten, waarvan het nest het hele jaar door beschermd is, omdat deze soorten bijvoorbeeld elk jaar naar dezelfde plek terugkeren of slecht in staat zijn een nieuw nest te bouwen. Aantasting van jaarrond beschermde nesten heeft een sterk negatief effect op de instandhouding van deze soorten en is daarom niet toegestaan. Dit betreffen soorten als buizerd, grote gele kwikstaart, havik, ooievaar, ransuil, slechtvalk en sperwer. In Figuur 9 zijn nestindicerende waarnemingen van deze soorten weergegeven.

Foerageergebied

Oppervlakteverlies kan een tijdelijke aantasting of permanent verlies van foerageergebied betekenen voor vogels. In situaties waar vergelijkbare foerageergebieden in de directe omgeving aanwezig zijn, zullen de effecten verwaarloosbaar zijn. Wanneer het een geïsoleerd gebied betreft, dan kan er een negatief effect zijn op de overleving en voortplanting van individuen.

Broedbiotoop

In de gemeente Haarlemmermeer komen veel weidevogels voor op de grasvelden en akkers in het landelijk gebied. Tijdelijk oppervlakteverlies buiten het broedseizoen zal naar verwachting geen negatieve gevolgen hebben voor de populatie van deze soorten, omdat het landschap zich weer hersteld in de oorspronkelijke staat. Permanent oppervlakteverlies door bovengrondse structuren, zoals een putbehuizing, heeft wel een negatief effect op weidevogels, omdat dit voor visuele verstoring leidt. Weidevogels houden een bepaalde afstand aan van verstorende factoren als fietspaden, bebouwing en hoogopgaande vegetatie. Dit heeft tot gevolg dat de hoeveelheid weidevogels die zich in de buurt vestigen lager is dan normaal. Ook heeft de aanwezigheid van bovengrondse structuren een negatief effect op het broedsucces, omdat de vogels vaker het nest verlaten, doordat ze alerter zijn (Altenburg & Wymenga, 2014).



Figuur 9: de bekende nestindicerende waarnemingen van vogels met jaarrond beschermde nesten, die niet aan gebouwen gebonden zijn (2015-2020; Bron: PDOK, 2020; NDFF, 2020). Inzoomen vergroot de leesbaarheid.

4.2.2 Bodem omwoelen

Bij graaf- en boorwerkzaamheden vindt er omwoeling van de bodem plaats door de extractie van aarde en in sommige gevallen ook terugplaatsing. Hierbij kunnen de diverse bodemlagen vermengd raken en ondergrondse structuren, zoals holen, beschadigd raken.

Bodemleven

Onder bodemleven verstaan we microörganismen en in de bodem levende organismen, zoals pissenbedden, nematoden en springstaarten. Deze organismen zijn vaak gebonden aan bepaalde dieptes, omdat op elke diepte bepaalde condities aanwezig zijn. Door omwoeling van de bodem, bijvoorbeeld door graaf- of boorwerkzaamheden, worden de bodemlagen verstoord. Hierdoor kunnen organismen van diepere lagen bovenop komen te liggen en andersom. Dit kan sterfte tot gevolg hebben.

Planten

Omwoeling van de bodem kan gevolgen hebben voor planten als de bodemsamenstelling verandert. Wanneer grondlagen gemengd worden, kunnen de groeiplaatsomstandigheden veranderen, waardoor de groeiplaats niet langer geschikt is voor bepaalde soorten. De nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem kan toenemen, de bodem kan droger of juist natter zijn of er kan verontreiniging optreden. Ook kan de zaadbank verloren gaan wanneer de bodem omgewoeld wordt. Dit kan tot gevolg hebben dat niet dezelfde plantensoorten zich op de locatie zullen hervestigen na de werkzaamheden. Met name zeldzame plantensoorten of soorten die gebonden zijn aan specifieke groeiplaatsen zullen hiervan negatieve effecten ondervinden. Deze soorten kunnen dan verdwijnen. Zie ook het kader op deze pagina.

Grondgebonden zoogdieren

Zoogdieren met holen onder de grond zijn gevoelig voor werkzaamheden in de bodem, zoals mollen, konijnen, muizen, wezels en hermelijnen. Deze holen kunnen vernietigd worden tijdens de werkzaamheden. Met name tijdens het voortplantingsseizoen kan dit tot sterfte van jongen leiden en directe gevolgen hebben voor de populatie. Buiten het voortplantingsseizoen zal het verlies van verblijfplaatsen voor veel voorkomende soorten geen grote gevolgen hebben voor het populatieniveau. Geschikte verblijfplaatsen zijn voor deze soorten ruim beschikbaar. Voor zeldzamere soorten, die specifiekere eisen stellen aan verblijfplaatsen of die gevoeliger zijn voor concurrentie, kan het verlies van verblijfplaatsen leiden tot een relatief grote afname van de populatie in de gemeente. Het kan ervoor zorgen dat de soort lokaal verdwijnt. Dit kan het geval zijn bij wezel en hermelijn.

Kwetsbare planten en mossen

In de gemeente Haarlemmermeer komen diverse planten- en mossoorten voor die in Nederland beschermd zijn of op de Rode Lijst staan. Dit zijn soorten als: *beemdkroon, bevertjes, bochtige klaver, brede orchis, franse silene, gevlekte orchis, gladde ereprijs, gulden sleutelbloem, kalkkleimos, kleine ratelaar, kleverige reigersbek, moeraskartelblad, moeraswespenorchis, muurganzenvoet, muurhavikskruid, naakte lathyrus, oosterse morgenster, oot, parnassia, polei, rapunzelklokje, rode ogentroost, rond wintergroen, ruige leeuwentand, ruige weegbree, ruwe dravik, sierlijke vetmuur, sikkelklaver, stijve moerasweegbree, tripmadam, valse kamille, vleeskleurige orchis* en *wild kattenkruid*.

4.2.3 Harde geluiden

Tijdens de werkzaamheden kunnen harde geluiden geproduceerd worden. Dit kan negatieve effecten hebben op diverse soorten.

Vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën

Harde geluiden kunnen een schrik- of vluchtreactie veroorzaken bij vogels en grondgebonden zoogdieren. Deze soorten zullen wegvluchten van de locatie of zich schuilhouden (Alterra, 2008). Omdat de harde geluiden van tijdelijke aard zijn, kunnen de dieren in de meeste gevallen na de werkzaamheden terugkeren. Tijdens het voortplantingsseizoen kan het echter zijn, dat er nesten met eieren of jongen verlaten worden. Bij amfibieën en vogels kunnen harde geluiden ook de paring verstoren, doordat vocale communicatie verstoord wordt (Alterra, 2008). Deze twee factoren hebben beiden een direct effect op de populatie, omdat het de voortplanting hindert. Buiten het voortplantingsseizoen worden er alleen sterke negatieve effecten verwacht voor kwetsbare soorten, zoals noordse woelmuis, omdat deze soort weinig uitwijkingsmogelijkheden heeft, zie het kader op pagina 12. De bekende waarnemingen van deze soort zijn zichtbaar in Figuur 7.

Vleermuizen

Plotseling optredende, onbekende, harde geluiden kunnen tijdens de winterslaap van vleermuizen tot ontwaken leiden. Tijdens de winterslaap zijn vleermuizen in ruststand. Verstoringen die tot ontwaken leiden, hebben een zeer negatief effect op de energiehuishouding en kunnen tot sterfte leiden (Alterra, 2001). Verblijfplaatsen van vleermuizen kunnen aanwezig zijn in gebouwen, holtebomen en openbare werken, zoals viaducten.

4.2.4 Zware trillingen

Zware trillingen die ontstaan bij boorwerkzaamheden kunnen doordringen in de bodem en nabijgelegen structuren, zoals gebouwen. Trillingen kunnen leiden tot verstoring van diverse soorten.

Vleermuizen

Vleermuizen zijn gevoelig voor verstoring door trillingen in hun verblijfplaats. Overdag en in de winterslaap zijn vleermuizen in ruststand. Met name plotselinge, sterke trillingen kunnen ertoe leiden dat de dieren waken. Dit kan zeer negatieve gevolgen hebben voor de energiehuishouding van vleermuizen. Met name in de winterslaap kan dit tot sterfte leiden (Alterra, 2001). Verblijfplaatsen van vleermuizen kunnen aanwezig zijn in gebouwen, holtebomen en openbare werken, zoals viaducten.

Vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën

Zware trillingen kunnen een schrik- of vluchtreactie veroorzaken bij vogels, grondgebonden zoogdieren en amfibieën. Dit is vergelijkbaar met het effect van harde geluiden. Deze soorten zullen wegvluchten van de locatie of zich schuilhouden (Alterra, 2008). Omdat de harde geluiden van tijdelijke aard zijn, kunnen de dieren in de meeste gevallen na de werkzaamheden terugkeren. Tijdens het voortplantingsseizoen kan het echter zijn, dat er nesten met eieren of jongen verlaten worden. Dit heeft een direct effect op de populatie, omdat het de voortplanting hindert. Buiten het voortplantingsseizoen worden er alleen sterke negatieve effecten verwacht voor kwetsbare soorten, zoals noordse woelmuis, omdat deze soort weinig uitwijkingsmogelijkheden heeft, zie het kader op pagina 12. De bekende waarnemingen van deze soort zijn zichtbaar in Figuur 7.

Weidevogels

Zware trillingen kunnen verstorend werken voor weidevogels, omdat weidevogels op de grond broeden. Vaak gaan trillingen ook gepaard met visuele verstoring en harde geluiden. Dit kan negatieve effecten hebben op de vestiging en het broedsucces, wat een direct negatief effect heeft op de populatie (Altenburg & Wymenga, 2014).

Vissen, amfibieën, weekdieren

Zware trillingen kunnen leiden tot stoornissen in de groei en ontwikkeling van vissen, amfibieën en weekdieren (Sweco, 2019). Dit kan negatieve effecten hebben op de voortplanting en de overleving.

4.2.5 Lichtvervuiling

Bij het plaatsen van verlichting op een locatie die voorheen niet beschenen werd, kan er lichtvervuiling optreden. Kunstlicht heeft een verstorende werking op diverse organismen, met name omdat verlichting het bioritme van deze soorten verstoord. Dit heeft een gevolg voor het gedrag, de groei, de voortplanting en de overleving.

Vleermuizen

Kunstlicht werkt verstorend op vleermuizen. De effecten verschillen per soort. Kunstlicht kan tot gevolg hebben dat vleermuizen het gebied gaan vermijden. Het kan zelfs een fysieke barrière vormen. Dit kan ertoe leiden dat verblijfplaatsen of belangrijke foerageergebieden ontoegankelijk worden. Ook kan kunstlicht het foerageergedrag van vleermuizen negatief beïnvloeden, wat sterfte tot gevolg kan hebben. Daarnaast kan kunstlicht leiden tot een grotere kans op predatie door roofvogels (Alterra, 2001).

Vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vissen

Tijdelijke plaatsing van extra verlichting tijdens de werkzaamheden, zal een verstorend effect hebben op individuen in de omgeving. In veel gevallen zal dit effect tijdelijk zijn. Tijdens kwetsbare periodes, zoals het paar- en voortplantingsseizoen, zullen de verstorende effecten echter groter zijn. Kunstlicht kan paar- en broedsucces verminderen en een negatief effect hebben op foerageergedrag. Verstoring tijdens deze kwetsbare periodes kan daarom een direct negatief effect hebben op de populatie. Daarnaast kan kunstlicht de nachtrust verstoren, waardoor de kwetsbaarheid voor predatoren overdag toeneemt. Dit is het geval bij vissen.

4.2.6 Grondwater onttrekken en lozen

Bij de aanleg van bodemenergiesystemen wordt er geboord of gegraven in de grond. Hierbij kan grondwater van het eerste watervoerende pakket betrokken zijn. Organismen in de bodem en aan de oppervlakte interacteren met dit grondwater. Bij het graven van een diep gat kan er grondwater opwellen wat uit het gat gepompt wordt en geloosd wordt op het maaiveld of in oppervlaktewater afhankelijk van de vergunningverlening. Bij boringen kan er grondwater in het boorgat opwellen en zich vermengen met de boorvloeistof. Dit mengsel wordt geloosd in het vuilwaterriool. In beide gevallen kan de ontrekking van grondwater invloed hebben op de beschikbaarheid van het grondwater voor andere organismen. Bij de ontwikkeling van en onderhoud aan de bronnen van open bodemenergiesystemen wordt grondwater ontrokken uit de tweede of derde watervoerende laag. Hierbij zal er geen effect zijn op het grondwater wat gebruikt wordt door organismen. Lozingen van dit grondwater kunnen wel gevolgen hebben.

Dit betreft alleen zoetwaterlozingen die geloosd worden op het maaiveld of in oppervlaktewater. Zoutwaterlozingen in zoetwatersystemen zijn niet toegestaan en zullen daarom niet behandeld worden.

Planten, mossen, insecten, weekdieren

Planten zijn direct afhankelijk van waterbeschikbaarheid en zijn vaak ook aangepast aan een bepaalde mate van vocht in de bodem. Bij het oppompen van grondwater bij de aanleg van een systeem, kan er een tijdelijke toename of afname zijn van grondwaterbeschikbaarheid in de bodem. Met name tijdens droge periodes in het groeiseizoen kan de onttrekking van grondwater negatieve effecten hebben op planten in de omgeving, omdat de waterbeschikbaarheid afneemt. Dit kan tot gevolg hebben dat de planten zich niet goed ontwikkelen of minder zaad produceren. Kwetsbare soorten kunnen hierdoor verdwijnen. Ook insecten en weekdieren, die voor hun levenscyclus veelal gebonden zijn aan de beschikbaarheid van planten(materiaal), kunnen hierdoor negatief beïnvloed worden. Bij het lozen van gebiedseigen zoet grondwater op het maaiveld, kunnen deze effecten lokaal verminderd worden. Echter, het opbrengen van water op het maaiveld heeft tot gevolg dat een deel van dit water zal verdampen. Hierdoor zal de hoeveelheid die teruggebracht wordt in de bodem nooit gelijk zijn aan het deel wat onttrokken is.

Insecten, weekdieren, amfibieën, vissen, waterplanten

De lozing van zoet grondwater in oppervlaktewater kan mogelijk zijn bij graafwerkzaamheden, indien hier een vergunning voor is verleend. Bij lozing van zoet grondwater in oppervlaktewater kan de temperatuur, chemische samenstelling, nutriëntenbeschikbaarheid en helderheid van het water veranderen. Dit kan gevolgen hebben voor organismen die voor (een deel van) hun levenscyclus afhankelijk zijn van oppervlaktewater, zoals insecten, amfibieeën, vissen en waterplanten. Veel in het water levende organismen starten levensfases op basis van de temperatuur van het water. Een koude-influx op cruciale momenten kan tot gevolg hebben dat levensfases vertraagd worden. Zo kunnen bij waterplanten zaden later ontkiemen of wortelstokken later uitlopen. Dit kan gevolgen hebben voor de onderlinge concurrentie van plantensoorten. Hierbij kunnen soorten in aantallen verminderen, die een sterker negatief effect van temperatuur ondervinden. Insecten hebben vaak minimale temperatuursgrens om te groeien en zich te ontwikkelen naar een volgend stadium. Bij een koudeinflux kan de ontwikkeling vertraagd of gepauzeerd worden. Voor vissen kan een lagere temperatuur gevolgen hebben voor de start van de paaitijd en de ontwikkeling van juvenielen. Tijdens warme periodes kan een influx van koud water echter een positief effect hebben, omdat de het zuurstofniveau van het water toeneemt bij een lagere temperatuur. Bij relatief hoge temperaturen looswater ten opzichte van het oppervlaktewater kunnen processen juist versneld worden. Wanneer er relatief warm water in oppervlaktewater wordt geloosd in koude periodes, kan de voortplanting voor vissen te vroeg starten. Dit kan sterfte tot gevolg hebben. Het effect van een temperatuurverschil hangt dus zeer van de periode af en is sterker wanneer het oppervlaktewater relatief klein is ten opzichte van het te lozen volume.

4.2.6 Vergraafbaar zand

Wanneer tijdens de werkzaamheden hopen vergraafbaar zand ontstaan, kunnen soorten zich vestigen in de hopen, zoals de rugstreeppad en de oeverzwaluw. Rugstreeppad is een zeer mobiele soort die snel nieuwe gebieden kan koloniseren. Deze soort gebruikt vergraafbare hopen zand als verblijfplaats. Oeverzwaluw gebruikt hopen zand als nestplaats. Wanneer deze soorten zich vestigen, kunnen de werkzaamheden niet doorgaan zonder de soorten schade toe te brengen. Beide soorten zijn beschermd onder de Wet natuurbescherming, waardoor het vernietigen van verblijfplaatsen of nesten verboden is.



Toelichting op de afbeelding
Noordse woelmuis is een beschermde soort, die zeer gevoelig is voor concurrentie. Hierdoor is de soort sterk gebonden is aan geïsoleerde, waterrijke gebieden en oevers.

4.3 Gebiedsafhankelijkheid

Verschillen in de uitwerking van deze kortetermijneffecten tussen de verschillende landschaptypes hebben in mindere mate te maken met de eigenschappen van de diverse landschapstypes en in meerdere mate met de soorten die in een landschapstype verwacht worden.

4.3.1 Stedelijk gebied

In stedelijk gebied is er over het algemeen een relatief grote mate van verstoring aanwezig. Soorten die in stedelijk gebied leven, zijn aangepast aan deze verstoring. Hierdoor zullen dezelfde werkzaamheden een kleinere impact hebben in stedelijk gebied. Echter, er zijn ook kwetsbare soorten die gebonden zijn aan een stedelijke omgeving, zoals gebouwbewonende soorten (vleermuizen, huismus) en plantensoorten, die aangepast zijn aan stedelijke condities. De werkzaamheden kunnen wel degelijk een verstorend effect op deze soorten hebben.

4.3.2 Landelijk gebied

In landelijk gebied is de mate van verstoring over het algemeen laag, waardoor de werkzaamheden een grote impact kunnen hebben op de aanwezige soorten. Met name weidevogels, roofvogels en grondgebonden zoogdieren zullen hiervan negatieve effecten ondervinden.

4.3.3 Industriegebied en bedrijventerrein

In industriegebied is er, net als in stedelijk gebied, een grote mate van verstoring aanwezig. Hierdoor zullen de negatieve effecten van de werkzaamheden relatief beperkt zijn. Daarnaast is de biodiversiteit op industriegebieden relatief laag vergeleken met andere landschapstypes.

4.3.4 Natuurgebied

In natuurgebieden is de mate van verstoring over het algemeen laag. Ook zijn er veelal meer kwetsbare soorten aanwezig en is er een hogere biodiversiteit. Negatieve effecten van de werkzaamheden zullen in dit landschaptype het sterkst zijn.

5. LANGETERMIJNEFFECTEN

Er wordt in dit rapport onderscheid gemaakt tussen de kortetermijneffecten tijdens de installatie van de systemen en de langetermijneffecten tijdens het gebruik van de systemen. De verwachte langetermijneffecten tijdens het gebruik worden hieronder per landschapstype beschreven. Daarna wordt per landschapstype een korte conclusie gegeven hoe groot het effect is, met koppeling naar open bodemsystemen, gesloten bodemsystemen en bodemopslagtanks.

5.1 Bodemenergiesystemen

De langetermijneffecten van bodemenergiesystemen op de biodiversiteit zijn niet eenduidig te beantwoorden. De fysische- en chemische processen in het grondwater Na installatie van deze systemen, zijn langetermijneffecten grotendeels merkbaar voor de microbiële biodiversiteit in de bodem. Bovengronds zijn effecten merkbaar voor planten en de daarmee afhankelijke insecten. Er zijn relatief weinig recente studies gedaan naar de effecten van bodemenergiesystemen op de ondergrondse biodiversiteit (Bonte, 2013; Hartog N, 2013; Griebler C, 2016; Lund JW, Boyd TL 2016). Wel geven deze studies indicaties waar rekening mee moet worden gehouden op de lange termijn. Er wordt per landschapstype ingegaan op de gevolgen van bodemenergiesytemen op grondwater en daarmee afhankelijke soortgroepen. Onder landschapstypes wordt verstaan het stedelijk gebied, industriegebied en bedrijventerrein, landelijk gebied en natuurgebied.

5.2 Stedelijk gebied

Bodemenergiesystemen worden uitsluitend toegepast in stedelijk gebied, industrieterreinen of bedrijventerreinen. Eerder is door Griebler en collega's in 2016 beschreven dat er een effect op biodiversiteit te verwachten is in grondwater dat verontreinigd is met organische stoffen, voedingsstoffen en zware metalen (Griebler, 2016). Dit is typisch voor stedelijke gebieden, maar ook het landelijk gebied. Langetermijneffecten van bodemenergiesystemen in deze gebieden zijn vooral van toepassing microbiële organismen in het grondwater, organismen in de bodem en op planten.



Toelichting op de afbeelding
Gevlekte witsnuitlibel is een beschermde soort die voorkomt in de Gemeente Haarlemmermeer. De soort is zeer gevoelig voor verdroging.

5.2.1 Microbiële diversiteit in grondwater

Korte conclusie:
De belangrijkste lange termijn effect van open systemen op de diversiteit in het grondwater is het zuurstofloos worden van het grondwater. Van dit effect is geen sprake, aangezien open bodemsystemen in tweede en derde watervoerende lagen water oppompen dat al zuurstofloos is. Bij het boren vindt geen uitwisseling uit tussen deze lagen. Bij gesloten systemen en opslagtanks zijn deze effecten niet van toepassing omdat geen grondwater wordt opgepompt bij deze systemen. Negatieve effecten op de diversiteit in het grondwater zijn uitgesloten.

Aangezien open bodemenergiesystemen tot 200 meter diep de bodem in worden geboord naar de bronput, vindt aantasting plaats in de watervoerende lagen. In het verwarmd grondwater vinden abiotische processen plaats, die verstoord kunnen worden door bodemenergiesystemen. Een van de meest kritische effecten op het grondwater is warmtegerelateerde mobilisatie van organisch materiaal, verontreinigingen en uitputting van opgeloste zuurstof. Het bijgevolg hiervan is dat watersulfide, koolstofdioxide en methaan vrij kunnen komen bij de lozing van koud water in de eerste watervoerende laag. Door de afname van zuurstof, veroorzaakt door een verhoogde temperatuur, kan er een lagere gasoplosbaarheid ontstaan en het grondwaterecosysteem zuurstofloos worden. Dit zorgt voor een grote verandering in de koolstof en nutriëntencyclus, dat ingrijpende veranderingen in ecosystemen betekent. Belangrijk is dat hoge temperatuursveranderingen direct ingrijpen op de microbiële gemeenschap in de eerste watervoerende laag, wat op de lange termijn zal leiden tot een verminderde microbiële biodiversiteit (Griebler, 2016). Echter, dit effect vindt niet plaats bij open bodemenergiesystemen in de Gemeente Haarlemmermeer, omdat hierbij gebruik wordt gemaakt van de tweede en derde watervoerende laag. Deze lagen zijn zuurstofloos. Tijdens de aanleg en werking van het systeem blijven de ondoordringbare kleilagen, die de watervoerende pakketten scheiden, gewaarborgd. Hierdoor zijn negatieve effecten uitgesloten. Bij gesloten systemen en opslagtanks zijn deze effecten niet van toepassing omdat geen grondwater wordt opgepompt en geloosd bij het in werking zijn van deze systemen.

5.2.2 Gevolgen bodemleven

Korte conclusie:
Temperatuursveranderingen bij open en gesloten systemen zijn niet van invloed op de eerste watervoerende grondwaterpakket, zonder gevolgen voor het bodemleven. Opslagtanks met temperaturen die oplopen tot 90 graden ° kunnen lokaal negatieve effecten op het bodemleven geven. De effecten van een verhoogde bodemtemperatuur in het stedelijk gebied van gemiddeld vijf graden kan positief zijn op de ondergrondse afbraakprocessen (Griebler, 2016).

Bij de stijging van temperatuur in de bodem vindt er een verschuiving plaats in het bodemleven. Micro-organismen die aangepast zijn aan hogere temperaturen zullen de overhand krijgen en soorten die aangepast zijn aan lagere temperaturen zullen verdwijnen. In de stedelijke omgeving is de temperatuur over het algemeen een paar graden warmer dan in het buitengebied. Seizoensveranderingen kunnen een rol spelen op de temperatuur. Wanneer de dagen in de zomer warm zijn, is de bodem bij bodemenergiesystemen gemiddeld vijf graden warmer. Hittestress kan dan voor een versterkend effect zorgen. Er vindt dan bij lokale bronnen meer verdamping plaats door een warmere bodem, waardoor de bodem verder verdroogd. Het grondwater in de bodem kan bij hittestress beïnvloedt worden, met effecten op het bodemleven onder het maaiveld. De temperatuurveranderingen door open systemen vinden plaats rondom het filter op diepte. De bel rondom deze filter is horizontaal en beperkt verticaal. De verhoogde temperatuur bij de filter kan geen invloed uitoefenen aan de oppervlakte en eerste watervoerende grondwaterpakket. Echter, gesloten systemen en opslagtanks bevinden zich direct onder het maaiveld. Bij gesloten systemen vindt een temperatuursuitstraling plaats van 2°C a 3°C in een straal van 10 meter en bij opslagtanks tot wel 5°C. De temperatuursuitstraling geeft lokaal negatieve effecten op het bodemleven in de stedelijke omgeving. Desalniettemin kan een hoge temperatuur kan ook een positief effect geven. Griebler en collega's (2016) constateerden dat een temperatuursstijging van vijf graden, gunstig kan zijn voor het stimuleren van microbiële afbraakprocessen bij een verontreinigde bodem. Dit kan betekenen dat een verhoogde bodemtemperatuur in de stedelijke omgeving een positief effect heeft op de ondergrondse afbraakprocessen (Griebler, 2016). Er wordt daarom niet verwacht dat een lage temperatuurstijging in de bodem negatieve effecten zal hebben binnen stedelijk gebied.

5.2.3 Gevolgen planten

Korte conclusie:
Voor de vegetatie in het stedelijk gebied geldt dat een zeer verhoogde bodemtemperatuur door opslagtanks leidt tot aantasting van het wortelsysteem en een afname in het herstelvermogen van de vegetatie (Nushar, 2017). Negatieve effecten van open en gesloten systemen zijn uitgesloten door temperatuursveranderingen onder de eerste watervoerende pakket bevinden.

De gevolgen voor planten zijn niet eenduidig. Wat wel gezegd kan worden is dat bij een toename van de temperatuur in de bodem, de wortels van planten worden aangetast en een langzaam herstelvermogen van de vegetatie plaatsvindt (Nushar, 2017). Er is een correlatie gevonden tussen bodemvocht, pH en herstellende vermogen van de vegetatie, waarbij bodemtemperatuur de bepalende factor is. Bij een verhoogde bodemtemperatuur waren effecten zichtbaar bij de wortels van planten na één jaar, waarbij gemiddeld 35% van het herstellend vermogen was afgenomen (Nushar, 2017). Daarnaast zorgt een verhoogde bodemtemperatuur dat de bodem minder vochtig is, omdat het aanwezige vocht sneller zal verdampen. Dit kan tot meer hittestress leiden bij planten, omdat er minder water beschikbaar is. Een warmere bodem, leidt tot warmere wortelsystemen van planten. Dit remt de groei en kan celschade tot gevolg hebben. Dit kan een verschuiving naar warmteminnende soorten betekenen. Soorten die niet zijn aangepast aan dergelijke temperaturen zullen dan verdwijnen. Dit heeft als gevolg dat er een grotere nutriëntenbeschikbaarheid is in de bodem. Gebieden met een hoge nutriëntenbeschikbaarheid hebben vaak ruigtegroei. Plantensoorten die concurrentiekrachtig zijn, zoals grote brandnetel, kunnen soorten die minder concurrentiekrachtig zijn verdrukken. De verhoogde temperatuur bij open systemen rondom de filter in de tweede en derde watervoerende pakketten, heeft geen effect op planten. De hogere temperaturen, veroorzaakt door opslagtanks en buizen van gesloten systemen, zorgen wel voor effecten op planten. De temperatuursuitstraling direct onder het maaiveld heeft impact op het wortelstelsel van planten. Ook zorgt een verhoogde temperatuur van respectievelijk 2°C tot 5°C graden dat de snelheid toeneemt van afbraak van materiaal. Dit heeft effect op de nutriëntbeschikbaarheid in de bodem. Echter, er is weinig sprake van een strooisellaag op kleigrond in het stedelijk gebied.

5.3 Industriegebied en bedrijventerrein

Het industriegebied en bedrijventerrein wordt gekenmerkt door een verdichte bodem, een hoog percentage aan verharding en weinig ruimte voor graslanden en struwelen. De effecten van bodemenergiesystemen op de biodiversiteit op bedrijventerreinen en industriegebieden zijn vergelijkbaar als in het stedelijk gebied. De effecten met gevolgen op grondwater, planten en bodemleven gelden ook in deze gebieden. Daarnaast wordt verwacht dat het effect van hittestress in deze gebieden groter zal worden, vanwege minder groene zones en veel verharding. De bodemenergiesystemen zorgt voor een versterkt effect hierop. Dit stimuleert de komst van zuidelijke soorten, die al veelal gevestigd en aangepast zijn op de verhoogde temperaturen. Om deze reden wordt verwacht dat negatieve effecten op bedrijventerreinen en industriegebieden niet groot zijn.

5.4 Landelijk gebied

Het landelijk gebied wordt gekenmerkt door de landbouw als voornaamste grondgebruiker. In het landelijk gebied wordt de plaatsing van bodemenergiesystemen zoveel mogelijk vermeden. Effecten op de biodiversiteit in het landelijk gebied zijn te verwachten, vanwege een verscheidenheid aan verschillende leefgebieden voor zowel beschermde soorten als hoge aantallen algemene soorten. Eveneens zijn hier effecten te verwachten in de microbiële diversiteit in het grondwater, het bodemleven en op planten.

5.4.1 Microbiële biodiversiteit in grondwater en bodemleven

Korte conclusie:
De effecten van open systemen in het landelijk gebied op de microbiële diversiteit in het grondwater niet van toepassing, omdat de open bodemenergiesystemen in gemeente Haarlemmermeer in de tweede en derde watervoerende laag wordt gebruikt. Gesloten systemen beïnvloeden niet het grondwater, omdat het niet in verbinding staat met watervoerende lagen. Voor opslagtanks kan wel een effect plaatsvinden, doordat hitte direct wordt opgeslagen onder het maaiveld, met daarbij negatieve effecten op de microbiële biodiversiteit.

Zoals benoemd in het inleidend kopje, vormt de landbouw de grootste grondgebruiker. Agrarische functies, zoals vele akkers en bollenvelden in de gemeente Haarlemmermeer, beïnvloeden het grondwater met de daarbij gekoppelde grondwaterfauna en bodemleven. Een belang verschil ten opzichte van het stedelijk gebied is dat de gemiddelde grond-watertemperatuur 3 à 4 °C lager is dan in het stedelijk gebied (Teppo, Korkka-Niemi, 2014). De microbiële diversiteit in het grondwater heeft dan ook in het landelijk gebied een andere soortensamenstelling dan in het stedelijk gebied. Dit betekent dat het effect van bodemenergiesystemen anders is. Tot op heden zijn geen studies gevonden die

specifiek in dit landschapstype effecten op de microbiële biodiversiteit hebben onderzocht. Echter, over het algemeen kan gesteld worden dat een lagere grondwatertemperatuur (met de daarbij seizoensgebonden temperatuurschommelingen) koelere organismen gevestigd zijn dan in het stedelijk gebied. Griebler en collega's (2016) hebben aangetoond dat door stijgende bodemtemperaturen een negatieve trend ontstaat voor grondwaterfauna dat aangepast is aan een koele grondwatertemperatuur (Griebler et. al. 2016). Zo lijken enerzijds met name grondwatervlokreeftjes en cyclopoïden specifiek gevoelig te zijn voor een verhoogde grondwatertemperatuur. Anderzijds blijken andere soortgroepen toleranter te zijn, zoals soorten van de Bathynellidae familie. Deze soorten komen voor in het landelijk gebied. Dit kan een verschuiving in de soortensamenstelling van grondwaterfauna betekenen. Voor open bodemenergiesystemen zijn effecten op de microbiële diversiteit in het grondwater niet van toepassing, omdat de open bodemenergiesystemen in gemeente Haarlemmermeer in de tweede en derde watervoerende laag wordt gebruikt. Gesloten systemen beïnvloeden niet het grondwater, omdat het niet in verbinding staat met watervoerende lagen. Voor opslagtanks kan wel een effect plaatsvinden, doordat hitte direct wordt opslagen onder het maaiveld. Het effect van opslagtanks is groter in het landelijk gebied dan in het stedelijk gebied, vanwege grondwaterfauna en bodemleven in en nabij het eerste watervoerende pakket. Deze organismen zijn aangepast aan een koele leefomgeving en zullen verdwijnen bij de temperatuursuitstraling door buizen van gesloten systemen en opslagtanks, met daarbij negatieve effecten op de microbiële biodiversiteit.

5.4.2 Gevolgen planten

Korte conclusie:
Open en gesloten systemen oefenen geen invloed uit op de eerste watervoerende grondwaterpakket, waar planten van afhankelijk zijn. Bij opslagtanks kan de vegetatie verdrogen op locaties waar heet water van bodemopslagtanks wordt opgeslagen (>90 graden °). Bij een grootschalig gebruik van opslagtanks in het landelijk gebied, verdrogen planten met gevolgen voor de voedselbeschikbaarheid en voortplanting van insecten.

De effecten van bodemenergiesystemen in het landelijk gebied op planten heeft overlap met het stedelijk gebied. Voor planten in het landelijk gebied geldt eveneens in het stedelijk gebied een aangetast wortelsysteem en langzaam herstelvermogen van de vegetatie (Nushar, 2017). Echter, dit effect is minder groot dan in het stedelijk gebied door meer ruimte voor vegetatie en weinig verharding. Locaties met een vrij hoge diversiteit in de plantensamenstelling, is aanwezig in randen van akkers en weilanden en langs sloot- en wegbermen. Locaties met een minder hoge diversiteit aan planten is aanwezig op de productiegronden van de agrarische functies. Echter, de bovengrondse biodiversiteit (met name insecten) zijn erg afhankelijk van alle bloeiende planten, ook op locaties met een mindere diversiteit aan planten. Zoals vermeld in hoofdstuk 5.2.1 en 5.4.1, hebben open systemen geen invloed op de eerste watervoerende grondwaterpakket waar planten van afhankelijk zijn. Wel kunnen gesloten systemen en opslagtanks in het landelijk gebied de plantensamenstelling onder hogere druk zetten. Temperatuursuitstralingen direct onder het maaiveld beïnvloedt de vegetatie negatief. In tijden van droogte, kan lokaal de vegetatie verdrogen. Dit gebeurt op locaties waar heet water van bodemopslagtanks wordt opgeslagen en waar buizen van gesloten systemen zich bevinden. Er ontstaat dan een versterkt effect. Bij een grootschalig gebruik van gesloten systemen en opslagtanks in het landelijk gebied, heeft dat gevolgen voor voedselbeschikbaarheid en voortplanting van insecten. Deze gevolgen leiden tot effecten bij de interacties tussen planten en daarvan afhankelijke soortgroepen zoals insecten en vogels.

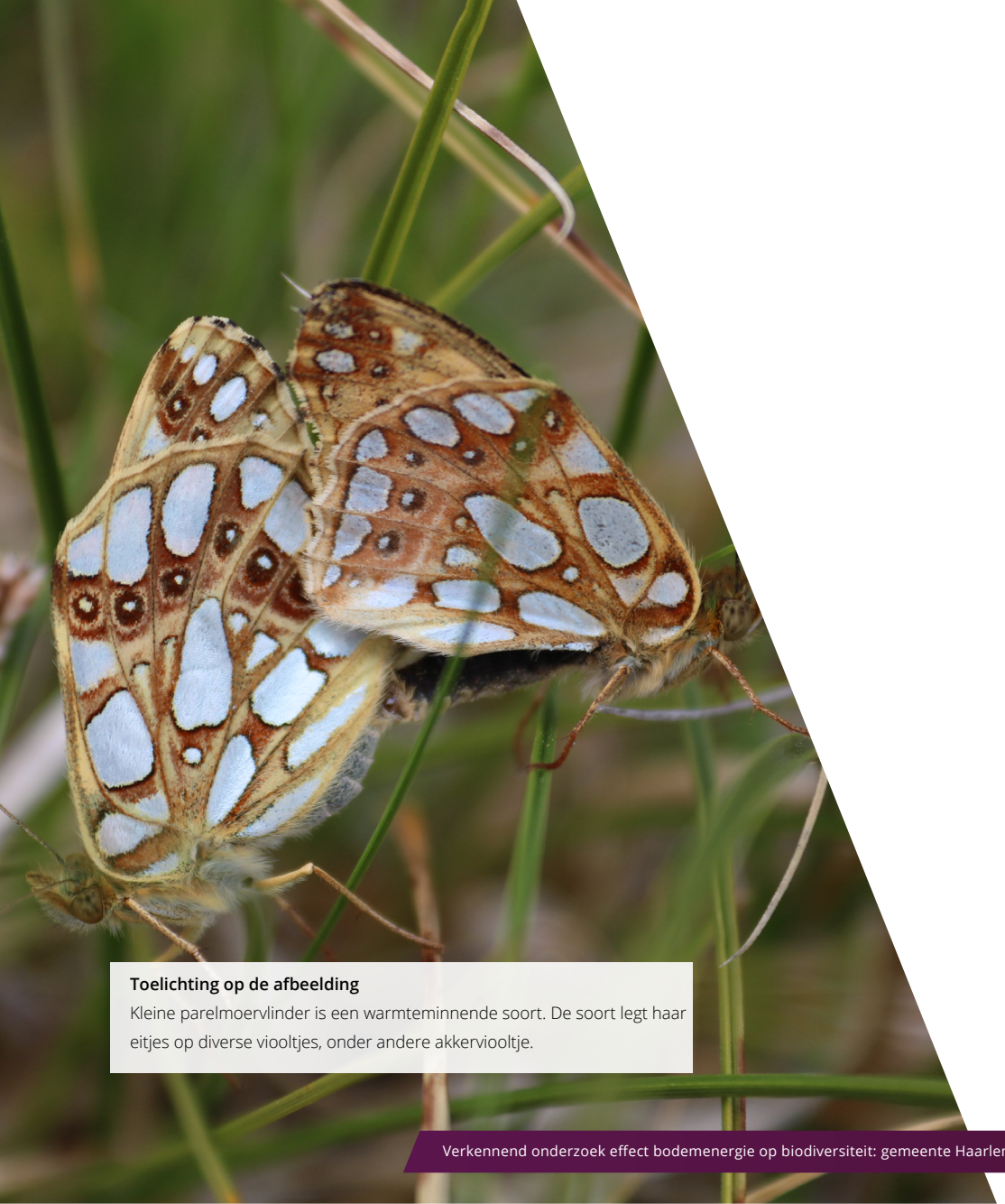
5.5 Natuurgebied

In de gemeente Haarlemmermeer zijn natuurgebieden aanwezig in de vorm van recreatiebossen, plassen, agrarisch natuur, voedselbossen en beschermde natuurgebieden. Onder beschermde natuurgebieden worden gebieden verstaan die beschermd zijn onder de Natuurnetwerk Nederland en Europees beschermde Natura-2000 gebieden. Natuurgebieden herbergen vaak specifieke leefgebieden voor zeldzame(re) flora en fauna. Er kan een effect van bodemenergiesystemen merkbaar zijn op de diversiteit aan deze soorten in natuurgebieden bij opwarming van de bodem, het grondwater en planten.

5.5.1 Microbiële diversiteit in grondwater en bodemleven

Korte conclusie:
De gevolgen van een verhoogde bodemtemperatuur op de microbiële biodiversiteit zijn vergelijkbaar met het landelijk gebied. Effecten zijn waarneembaar in de soortensamenstelling van grondwaterfauna en bodemleven, met name organismen gevoelig voor verdroging.

De effecten op de microbiële biodiversiteit en bodemleven in natuurgebieden zijn vergelijkbaar met het landelijk gebied. Er zijn geen lange termijn effecten te verwachten bij open systemen, doordat het systeem in gemeente Haarlemmermeer niet het eerste watervoerende pakket beïnvloedt. Gesloten



Toelichting op de afbeelding
Kleine parelmoervlinder is een warmteminnende soort. De soort legt haar eitjes op diverse viooltjes, onder andere akkerviooltje.

systemen beïnvloeden niet het grondwater, omdat het niet in verbinding staat met watervoerende lagen. Effecten van opslagtanks zijn groter dan in het landeljk gebied, in het specifiek aangepaste organismen aan de koelere grondwatertemperatuur en gevoeligere organismen voor droogte. De dffecten op de soortensamenstelling is eveneens van toepassing, namelijk een afname van grondwatervlokreeftjes en cyclopoïden en een toename van soorten van de Bathynellidae familie (Griebler, 2016).

5.5.2 Gevolgen planten

Korte conclusie:
De gevolgen van een verhoogde bodemtemperatuur op planten is vergelijkbaar met die in het landelijk gebied. Effecten zijn lokaal waarneembaar, met name bij oudere bomen.

De gevolgen van bodemenergiesystemen in natuurgebieden op planten zijn vergelijkbaar met die in het landelijk gebied. Nushar en collega's (2017) stellen daarbij dat de groei en verschuiving van soortensamenstelling door een veranderende bodemtemperatuur, ook op houtachtige plantensoorten een effect heeft. Oudere bomen in natuurgebieden kunnen door een verwarmd wortelstelsel vatbaarder worden voor droogte. Gesloten systemen en opslagtanks plaatsen dichtbij oudere bomen plaatsen kan ernaartoe leiden dat het wortstelstel sterk wordt beinvloedt door piektemperaturen waardoor de wortels afsterven. Echter kan dit voorkomen worden door open bodemenergiesystemen op grotere diepte te plaatsen, waardoor de temperatuur niet beïnvloedt wordt. Dit geldt niet voor gesloten systemen of opslagtanks.

6. CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

6.1 Conclusie

De conclusie geeft antwoord op de centrale vraag:
Wat is het effect op het bodemleven en de biodiversiteit bij grootschalige toepassing van bodemenergiesystemen in de gemeente Haarlemmermeer?

Hieronder volgt een antwoord op de centrale vraag.

Korte termijn

Negatieve effecten op de biodiversiteit zijn onvermijdelijk tijdens de installatie van bodemenergiesystemen. De impact van deze effecten en het gebied waarover deze effecten spelen zijn echter wel te verminderen door maatregelen te nemen en rekening te houden met kwetsbare soorten. Het effect op de biodiversiteit is sterk afhankelijk van de periode waarin de werkzaamheden uitgevoerd worden. Zie hoofdstuk 7 voor maatregelen die genomen kunnen worden.

Lange termijn

Negatieve effecten op lange termijn bij toepassing van grootschalige bodemenergiesystemen zijn het meest merkbaar bij het bodemleven en planten door temperatuursuitstraling van gesloten systemen en opslagtanks. De belangrijkste bedreigingen op lange termijn zijn sterfte van koele bodemorganismen door temperatuursuitstraling, een verwarmd wortelstelsel en een verminderend herstellend vermogen van de vegetatie. De intensiteit van deze effecten verschilt per landschapstype en systeem, maar er zijn ook overeenkomsten. Een positief effect kan plaatsvinden op de ondergrondse afbraakprocessen in stedelijk gebied.

Tabel 2: Het advies voor het gebruik van bodemenergiesystemen in de verschillende landschapstypes.

Landschapstype	Open systeem	Gesloten systeem	Opslagtanks
Stedelijk gebied	+	+/-	-
Industriegebied en bedrijventerrein	++	+	+
Landelijk gebied	-	++	-
Natuurgebied	--	--	--

++ = minst negatieve effecten, + = relatief zwakke negatieve effecten, +/- = negatieve effecten, - = relatief sterke negatieve effecten, -- = meest negatieve effecten

Algemene opmerking:
In 6.1 is de conclusie weergegeven. Voor de volledigheid én om een verkeerde interpretatie te voorkomen, dient het gehele rapport gelezen te worden. Zo geeft hoofdstuk 1 belangrijke informatie over de opzet en afbakening van het onderzoek. In hoofdstuk 2 en 3 wordt informatie gegeven over de begrenzing van het plangebied en welke werkzaamheden getoetst zijn. Hoofdstuk 4 geeft nadere informatie over de effecten tijdens de aanleg van bodemenergiesystemen. Hoofdstuk 5 gaat in op de lange termijn effecten van bodemenergiesystemen.

6.2 Aanbevelingen

In tabel 2 zijn de aanbevelingen samengevat. Hieronder wordt een korte toelichting gegeven welke effecten het minst en meest schadelijk per systeem in de verschillende landschapstypes.
Ecologisch gezien is de gunstigste locatie om bodemenergiesystemen te realiseren 'Industriegebied en bedrijventerrein'. De biodiversiteit is hier over het algemeen relatief laag en er is veel verharding aanwezig, waardoor de negatieve effecten op biodiversiteit relatief klein zijn. Bij het installeren van opslagtanks in deze gebieden, is het aan te raden dit te doen onder een verhard terrein om ecologische effecten zoveel mogelijk te voorkomen. In 'Stedelijk gebied' is een open bodemenergiesysteem het meest gunstig om te gebruiken. De biodiversiteit is hier over het algemeen relatief laag ten opzichte van 'Landelijk gebied' of 'Natuurgebied' en de algemene verstoring hoog. Hierdoor zal het regelmatige onderhoud nagenoeg geen negatieve effecten op de biodiversiteit hebben. Ook zijn de gebouwen die van de energie gebruik maken hier geclusterd. Hierdoor is het gunstiger om een systeem met een hoge capaciteit te gebruiken, zoals een open bodemenergiesysteem. Bij het toepassen van opslagtanks dienen deze bij voorkeur niet toegepast te worden in openbaar groen, omdat dit relatief schaars is in 'Stedelijk gebied' en de aanwezige soorten hiervan sterk afhankelijk zijn. In 'Landelijk gebied' gaat de voorkeur uit naar gesloten bodemenergiesystemen. Deze hebben geen regelmatig onderhoud nodig, waardoor visuele verstoring beperkt kan worden. Daarnaast liggen de gebouwen die gebruik maken van de energie relatief verspreid, waardoor het gunstiger is om meerdere systemen dicht bij de energievraag aan te leggen dan om één open bodemenergiesysteem aan te leggen met veel leidingen. Bodemenergiesystemen realiseren in 'Natuurgebied' wordt ten zeerste afgeraden.

Wanneer de definitieve planlocaties bekend zijn, dienen deze aan de natuurwetgeving getoetst te worden om te bepalen welke soorten aanwezig zijn op de planlocatie waar rekening mee gehouden moet worden.

7. MAATREGELEN

7.1 Indicatieve maatregelen

Negatieve effecten op de biodiversiteit tijdens de installatie van bodemenergiesystemen kunnen sterk gereduceerd worden door maatregelen te nemen. Hieronder worden per effect een aantal maatregelen genoemd, die toegepast kunnen worden. De maatregelen die het meeste effect hebben, zijn afhankelijk van waar de werkzaamheden plaatsvinden en welke soorten daar voorkomen. Deze lijst is indicatief en niet uitputtend.

Tabel 3: maatregelen die genomen kunnen worden om negatieve effecten op de biodiversiteit te beperken bij installatie van bodemenergiesystemen.

Effect	Werkzaamheden	Organismen die een negatief effect kunnen ondervinden	Maatregel
Oppervlakteverlies	Boren, graven, opslag materiaal, rijroutes, boom kappen	Grondgebonden zoogdieren, planten, mossen, korstmossen, insecten, vleermuizen, vogels	· Werk buiten het voortplantingsseizoen van grondgebonden zoogdieren en het broedseizoen van vogels om verstoring van de voortplanting te voorkomen. · Spaar nesten, verblijfplaatsen en leefgebieden van kwetsbare soorten. · Werk buiten het groeiseizoen van planten om insecten te sparen en zaadontwikkeling niet te verstoren. · Spaar geïsoleerd gelegen groene gebieden om foerageergebied voor vogels te behouden. · Plaats permanente bovengrondse structuren zoveel mogelijk in de buurt van bestaande structuren (bebouwing, industrie en andere menselijke elementen) om verstoring van weidevogels te voorkomen.
Bodem omwoelen	Boren, graven	Bodemleven, planten, grondgebonden zoogdieren	· Voorkom de menging van bodemlagen door gefaseerd te graven. Zorg ervoor dat diepere lagen bij terugplaatsing ook weer diep in de bodem terecht komen en zorg dat oppervlakkige lagen weer in het maaiveld terecht komen. · Spaar de zaadbank door de bovenste 20 centimeter grond apart te leggen en na afloop van de werkzaamheden weer terug te plaatsen. · Voer de werkzaamheden uit na zaadzetting van planten. · Spaar groeiplaatsen van kwetsbare planten. · Spaar verblijfplaatsen van (kwetsbare) zoogdieren. · Werk buiten het voortplantingsseizoen van zoogdieren. · Voorkom vestiging van oeverzwaluw en rugstreeppad bij het ontstaan van poelen en hopen vergraafbaar zand.
Harde geluiden	Boren, graven, inzet groot materieel	Vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vleermuizen	· Werk buiten het voortplantingsseizoen van zoogdieren, vogels en amfibieën. · Voorkom werkzaamheden in de nabijheid van winterverblijfplaatsen van vleermuizen tijdens de winterslaap (globaal van oktober t/m april).
Zware trillingen	Boorwerkzaamheden	Vleermuizen, vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vissen, weekdieren	· Voorkom werkzaamheden in de nabijheid van winterverblijfplaatsen van vleermuizen tijdens de winterslaap (globaal van oktober t/m april). · Werk buiten het broedseizoen van vogels.
Lichtvervuiling	Plaatsen extra verlichting	Vleermuizen, vogels, grondgebonden zoogdieren, amfibieën, vissen	· Voorkom het gebruik van kunstlicht. Wanneer dit toch toegepast wordt, schijn geen licht buiten de grenzen van de projectlocatie en werk buiten het voortplantingsseizoen voor zoogdieren, vogels, amfibieën en vissen. · Werk niet tussen zonsondergang en zonsopkomst. · Voorkom het schijnen van verlichting op gebouwen, groenstructuren en water.
Grondwater onttrekken en lozen	Boren, graven	Planten, mossen, insecten, weekdieren, vissen, amfibieën, waterplanten	· Onttrek geen grondwater voor de aanleg tijdens droge periodes in het groeiseizoen van planten. · Loos geen grondwater in oppervlaktewater tijdens de winterrust van vissen. Dit is globaal van november tot en met maart.
Vergraafbaar zand	Graven	Rugstreeppad, oeverzwaluw	· Voorkom het ontstaan van hopen vergraafbaar zand in de periode april tot en met eind november. Verwijder deze uit het plangebied.

BRONVERMELDING

Internetpagina’s, programma's en online documenten

- Altenburg & Wymenga (2014). Ecologie van weidevogels: Kennisbundeling voor bescherming en beheer.
- Alterra (2001). Ecologische effecten van het bestemmingsplan Birkhoven-Noord.
- Alterra (2008). Effecten van geluid op wilde soorten - implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000 gebieden.
- Teppo, A., Korkka-Niemi, K. (2014). The effect of urban heat islands on geothermal potential: examples from Quaternary aquifers in Finland. Hydrogeology Journal, editie 22, pagina:1953–1967 (2014).
- BIJ12 (2017). Kennisdocumenten soorten natuurbescherming.
- BodemenergieNL (2021). Keuze bodemenergiesysteem.
- Bonte, M (2013). Impacts of shallow geothermal energy on groundwater quality–A hydrochemical and geomicrobial study of the effects of ground source heat pumps and aquifer thermal energy storage.
- Bouwens, Sander (2017). Handreiking kleine marters in relatie tot soortbescherming.
- Expertisecentrum Warmte (EWC) (2020). Bodemenergie en WKO.
- Hartog, N. (2013). Field assessment of the impacts of Aquifer Thermal Energy Storage (ATES) systems on chemical and microbial groundwater composition.
- Floron (z.d). Verspreidingsatlas.
- Griebler et. al. (2016). Potential impacts of geothermal energy use and storage of heat on groundwater quality, biodiversity, and ecosystem processes. Environmental Earth Sciences, editie 75, artikel: 1391 (2016).
- Haarsma, A-J. (2011). De meervleermuis in Nederland. Rapport nr. 2011.40. Zoogdiervereniging, Nijmegen.
- Hocosto (2021). Product.
- Kenniscentrum InfoMil (2021). Welke bodemenergiesystemen.
- Lund JW, Boyd TL (2016). Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review. Geothermics, editie 60, maart 2016, pagina: 66-93
- Ministerie van Economische Zaken (z.d.). Wet natuurbescherming.
- Ministerie van LNV (2021). Rode Lijsten.
- NDFF-ecogrid (2017). Uitvoerportaal van de Nationale Databank Flora en Fauna.
- Nishar, A. (2017). Temperature Effects on Biomass and Regeneration of Vegetation in a Geothermal Area. Frontiers in Plant Science. 2017, editie 8, pagina 249.
- PDOK (2021). Viewer.
- Provincie Noord-Holland (2020). Geodataviewer.
- Ravon (z.d.). Soorteninformatiepagina.
- SKB (2013). Bodemenergie, warm aanbevolen.
- Sovon (z.d.). Sovon.
- STOWA (2021). Ecologische effecten koudwaterlozingen
- Sweco (2019). Effecten van bouwmethode verdiepte ligging A27/A12 Ring Utrecht op beschermde natuurwaarden.
- Vleermuis.net (2018). Pagina soorten.
- Vlinderstichting (z.d.a). Vlinderstichting startpagina.
- Vogelbescherming Nederland (z.d). Vogelgids.
- Zoogdiervereniging (z.d.a). Startpagina zoogdiersoorten.

BIJLAGE 1 - WET NATUURBESCHERMING

Wet natuurbescherming (Wnb)

In de Wet natuurbescherming zijn meerdere oude wetten samengevoegd. Relevant zijn de samenvoegingen van de Natuurbeschermingwet 1998 die over beschermde gebieden gaat, de Boswet die over bescherming van houtopstanden gaat en de Flora- en faunawet die over de bescherming van soorten gaat. Al deze regels zijn al dan niet aangepast overgenomen in de Wnb. Wij toetsen een ingreep in aan de Wnb en daardoor aan wat eerst drie wetten waren. Hiernaast is weergegeven waar wij aan toetsen.

Soortbescherming

De Wet natuurbescherming kent drie beschermingsregimes waarin de voorschriften van de Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en twee verdragen (Bern en Bonn) zijn geïmplementeerd. Aanvullende voorschriften zijn gesteld voor de dier- en plantensoorten die niet onder die specifieke voorschriften vallen, maar wel bescherming behoeven, dat zijn de *andere soorten*. In de Wet natuurbescherming zijn de beschermingsregimes in drie aparte paragrafen neergelegd. Per beschermingsregime is bepaald welke verboden er gelden en onder welke voorwaarden ontheffing of vrijstelling kan worden verleend door het bevoegd gezag. In de tabel hiernaast is weergegeven op welke beschermingsregimes welke verboden van toepassing zijn.

Elke provincie heeft de mogelijkheid soorten die onder de andere soorten vallen vrij te stellen. **De vrijgestelde soorten zijn in Bijlage 3 weergegeven.**

Omgevingswet

Het kabinet heeft besloten dat de natuurbeschermingsregels overgaan in het stelsel van de Omgevingswet. De Aanvullingswet natuur voorziet in deze wijzigingen van de Omgevingswet, zodat die wet straks over de nodige bevoegdheden en instrumenten beschikt om regels te stellen en maatregelen te treffen voor de bescherming van de natuur. Vermoedelijk zal de wet in 2021 in werking treden.

Verbodsartikel	Lid	Toelichting
3.1 Vogelrichtlijn	Lid 1	Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen.
	Lid 2	Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.
	Lid 3	Het is verboden eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te rapen en deze onder zich te hebben.
	Lid 4	Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen.
	Lid 5	Het verbod, bedoeld in het vierde lid, is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.
3.5 Habitatrichtlijn	Lid 1	Het is verboden in het wild levende dieren van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn, bijlage II bij het Verdrag van Bern of bijlage I bij het Verdrag van Bonn, in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen.
	Lid 2	Het is verboden dieren als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te verstoren.
	Lid 3	Het is verboden eieren van dieren als bedoeld in het eerste lid in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen.
	Lid 4	Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in het eerste lid te beschadigen of te vernielen.
	Lid 5	Het is verboden planten van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of bijlage I bij het Verdrag van Bern, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.
Artikel 3.10 andere soorten	Lid 1	Onverminderd artikel 3.5, eerste, vierde en vijfde lid, is het verboden: in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel A, bij deze wet: a: opzettelijk te doden of te vangen; b: de vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in onderdeel a opzettelijk te beschadigen of te vernielen, c: vaatplanten van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij deze wet, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Beschermde nesten

*Het verbod van het vernietigen of wegnemen van nesten geldt alleen tijdens het broedseizoen van de soorten die elk jaar een nieuw nest maken. De soorten die jaarlijks terug komen op het zelfde nest zijn jaarrond beschermd. Specifiek gaat dit om vogels van categorie 1t/m 4 en de nesten van soorten in categorie 5 als er onvoldoende alternatieven zijn.

- Nesten die, behalve gedurende het broedseizoen als nest, buiten het broedseizoen in gebruik zijn als vaste rust- en verblijfplaats.
- Nesten van koloniebroeders die elk broedseizoen op dezelfde plaats broeden en die daarin zeer honkvast zijn of afhankelijk van bebouwing of biotoop. De (fysieke) voorwaarden voor de nestplaats zijn vaak zeer specifiek en limitatief beschikbaar.
- Nesten van vogels, zijnde geen koloniebroeders, die elk broedseizoen op dezelfde plaats broeden en die daarin zeer honkvast zijn of afhankelijk van bebouwing. De (fysieke) voorwaarden voor de nestplaats zijn vaak zeer specifiek en limitatief beschikbaar.
- Vogels die jaar in jaar uit gebruik maken van hetzelfde nest en die zelf niet of nauwelijks in staat zijn een nest te bouwen.
- Nesten van vogels die weliswaar vaak terugkeren naar de plaats waar zij het jaar daarvoor hebben
  gebroed of de directe omgeving daarvan, maar die wel over voldoende flexibiliteit beschikken om, als de broedplaats verloren is gegaan, zich elders te vestigen.

De soorten die beschermd zijn staan in Bijlage 2 weergegeven, hierbij wordt ook aangegeven welke vogels onder de categorieën vallen.

Zorgplicht

In de Wet natuurbescherming is een zorgplicht opgenomen:

Artikel 1.11, lid 1: Een ieder neemt voldoende zorg in acht voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en voor in het wild levende dieren en planten en hun directe leefomgeving.

Artikel 1.11, lid 2: De zorg, bedoeld in het eerste lid, houdt in elk geval in dat een ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat door zijn handelen of nalaten nadelige gevolgen kunnen worden veroorzaakt voor een Natura 2000-gebied, een bijzonder nationaal natuurgebied of voor in het wild levende dieren en planten:

a. dergelijke handelingen achterwege laat, dan wel,

b. indien dat achterwege laten redelijkerwijs niet kan worden gevergd, de noodzakelijke maatregelen treft om die gevolgen te voorkomen, of

c. voor zover die gevolgen niet kunnen worden voorkomen, deze zoveel mogelijk beperkt of ongedaan maakt.

Beschermde gebieden

In Europa is een netwerk van beschermde gebieden opgezet. Dit zijn de zogenoemde Natura 2000-gebieden. Deze gebieden zijn in de Wnb zwaar beschermd. Volgens de Wnb is het volgens artikel 2.7 lid 2 verboden zonder vergunning projecten te realiseren of andere handelingen te verrichten die gelet op de instandhoudingsdoelstellingen voor een Natura 2000-gebied de kwaliteit van de natuurlijke habitats of de habitats van soorten in dat gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen.

Dit geld ook voor projecten die fysiek buiten het Natura 2000-gebied gelegen zijn maar wel een effect kunnen hebben op het gebied (externe werking).

Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Het Natuurnetwerk Nederland is het Nederlands netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. In de wet heet dit de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Het netwerk moet natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met het omringende agrarisch gebied.

In het Natuurnetwerk Nederland liggen:

- bestaande natuurgebieden, waaronder de 20 Nationale Parken;
- gebieden waar nieuwe natuur aangelegd wordt;
- landbouwgebieden, beheerd volgens agrarisch natuurbeheer;
- ruim 6 miljoen hectare grote wateren: meren, rivieren, de kustzone van de Noordzee en de Waddenzee;
- alle Natura 2000-gebieden.

Vanaf 2014 zijn de provincies verantwoordelijk voor het Natuurnetwerk Nederland. De ligging en bescherming van de NNN is vastgelegd in de provinciale Structuurvisie, welke door de gemeentes wordt uitgewerkt in bestemmingsplannen, conform de Wet Ruimtelijke Ordening.

Natuurwaarden buiten het Natuurnetwerk Nederland

Ook buiten het NNN zijn grote natuurwaarden aanwezig. Behoud, herstel en verdere ontwikkeling van deze natuurwaarden dragen substantieel bij aan de biodiversiteit. Wij beoordelen ook eventuele effecten op beschermde beleidsgebieden.

Zuid-Holland: strategische reservering natuur en belangrijke weidevogelgebieden

Het realiseren van een natuurmantel in de vorm van een groenblauwe dooradering rondom de natuurkernen in het NNN. Deze mantel wordt de 'Strategische reservering natuur' genoemd. Het in stand houden van de belangrijke leefgebieden voor weidevogels in blijvend agrarisch gebied door agrarisch natuurbeheer. Weidevogelgebieden worden gerekend tot categorie 2 in het handelingskader ruimtelijke kwaliteit. Deze gebieden worden 'Belangrijke weidevogelgebieden' genoemd.

Beschermde houtopstanden

In de Wnb is het conform artikel 4.2 verboden houtopstanden te kappen buiten de bebouwde kom houtopstanden grenzen zonder hier vooraf een melding van te maken aan het bevoegd gezag.

Deze regel geldt niet voor:

a. houtopstanden binnen de bij besluit van de gemeenteraad vastgestelde grenzen van de bebouwde kom;
b. houtopstanden op erven of in tuinen;
c. fruitbomen en windschermen om boomgaarden;
d. naaldbomen, kennelijk bedoeld om te dienen als kerstbomen, indien niet ouder dan twintig jaar;
e. kweekgoed;
f. uit populieren of wilgen bestaande:
1°. wegbeplantingen;
2°. beplantingen langs waterwegen, en12
3°. eenrijige beplantingen langs landbouwgronden;
g. het dunnen van een houtopstand;
h. uit populieren, wilgen, essen of elzen bestaande beplantingen die kennelijk zijn bedoeld voor de productie van houtige biomassa, indien zij:
1°. ten minste eens per tien jaar worden geoogst;
2°. bestaan uit minstens tienduizend stoven per hectare per beplantingseenheid, zijnde een aaneengesloten beplanting die niet wordt doorsneden door onbeplante stroken breder dan twee meter, en
3°. zijn aangelegd na 1 januari 2013.

BIJLAGE 2 - BESCHERMDE SOORTEN

Tabellen Wet Natuurbescherming

Aan de indeling van de regels van de Wnb (bijlage 1) zitten verschillende soortenlijsten gekoppeld, namelijk 3.1. vogelrichtlijnsoorten, 3.5 habitatrichtlijnsoorten en 3.10 andere soorten.

Artikel 3.1 Vogelrichtlijnsoorten

Dit zijn alle van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten in artikel 1 van de Vogelrichtlijn. Deze worden hieronder niet allemaal specifiek benoemd. Hieronder wordt alleen ingegaan op de uitzonderingen en dat zijn de vogelsoorten met jaarrond beschermde nesten van de categorieën 1 t/m 4 en bij uitzondering categorie 5-vogels.

Legenda tabel

Categorie 1: Jaarrond gebruikte nesten (steenuil)
Categorie 2: Zeer honkvaste koloniebroeders of afhankelijk bebouwing
Categorie 3: Zeer honkvaste broeders of afhankelijk bebouwing (geen kolonie)
Categorie 4: Vogels die ieder jaar terugkeren naar specifiek nest
Categorie 5: Honkvaste broeders, maar voldoende flexibel. Enkel beschermd bij zwaarwegende ecologische redenen, zoals een zeer ongunstige Svl (zie tekst onder kader).

*Svl: Staat van Instandhouding

De Svl is bepaald op basis van (a) de ontwikkeling in de populatie, (b) ontwikkeling in verspreiding, (c) ontwikkeling in kwaliteit van het leefgebied, en (d) toekomstperspectief.
De meest sombere score bij een van de vier elementen (verspreiding, populatie, leefgebied, toekomstperspectief) bepaalt de indicatieve Svl. Indien twee of meer keer 'onbekend' is aangegeven, gecombineerd met 'groen' (gunstig), dan is de Svl 'onbekend'.

Nederlandse naam	Categorie	Svl* (als broedvogel)
Steenuil	1	matig ongunstig
Gierzwaluw	2	gunstig
Huismus	2	matig ongunstig
Roek	2	matig ongunstig
Grote gele kwikstaart	3	gunstig
Kerkuil	3	gunstig
Oehoe	3	gunstig
Ooievaar	3	gunstig
Slechtvalk	3	gunstig
Boomvalk	4	matig ongunstig
Buizerd	4	gunstig
Havik	4	gunstig
Ransuil	4	**zeer ongunstig**
Sperwer	4	gunstig
Wespendief	4	gunstig
Zwarte wouw	4	onbekend, vermoedelijk gunstig
Blauwe reiger	5	matig ongunstig
Boerenzwaluw	5	gunstig
Bonte vliegenvanger	5	gunstig
Boomklever	5	gunstig
Boomkruiper	5	gunstig
Bosuil	5	gunstig
Brilduiker	5	**zeer ongunstig**
Draaihals	5	**zeer ongunstig**
Eidereend	5	**zeer ongunstig**
Ekster	5	**zeer ongunstig (in het buitengebied)**

Nederlandse naam	Categorie	Svl (als broedvogel)
Gekraagde roodstaart	5	matig ongunstig
Glanskop	5	matig ongunstig
Grauwe vliegenvanger	5	matig ongunstig
Groene specht	5	gunstig
Grote bonte specht	5	gunstig
Hop	5	onbekend, vermoedelijk ongunstig
Huiszwaluw	5	matig ongunstig
IJsvogel	5	gunstig
Kleine bonte specht	5	gunstig
Kleine vliegenvanger	5	onbekend, vermoedelijk geen broedvogel
Koolmees	5	gunstig
Kortsnavelboomkruiper	5	gunstig
Oeverzwaluw	5	gunstig
Pimpelmees	5	gunstig
Raaf	5	gunstig
Ruigpootuil	5	onbekend, vermoedelijk geen vaste broedvogel
Spreeuw	5	matig ongunstig
Tapuit	5	**zeer ongunstig**
Torenvalk	5	matig ongunstig
Zeearend	5	gunstig
Zwarte kraai	5	gunstig
Zwarte mees	5	matig ongunstig
Zwarte roodstaart	5	gunstig
Zwarte specht	5	matig ongunstig

Vetgedrukte soorten (uit cat. 5) hebben een zeer ongunstige staat van instandhouding en hebben daarom een zwaarwegende ecologische reden om als jaarrond beschermd aangemerkt te worden.

BIJLAGE 2 - BESCHERMDE SOORTEN (VERVOLG)

Artikel 3.5 Habitatrichtlijnsoorten

Onder artikel 3.5 vallen naast habitatrichtlijnsoorten ook soorten uit Bern I, Bern II en Bon I. Vogels vallen echter niet* onder artikel 3.5.

** In de officiële wettekst, gepubliceerd in het Staatsblad op 19 januari 2016, is in artikel 3.5 verwezen naar de Conventie van Bern, Bijlage I en II en de Conventie van Bonn, Bijlage I. Met betrekking tot de in Bijlage II Conventie van Bern en Bijlage I Conventie van Bonn genoemde vogelsoorten, geldt volgens de wettekst artikel 3.5 ook de verbodsbepalingen en het beschermingsregime van de Habitatrichtlijn. De MvT van de wet gaf juist aan dat de Vogelrichtijn de rechtsbasis vormt en dat de bescherming van vogels is geregeld in de Vogelrichtlijn, dat is uitgewerkt in art. 3.1. Er is lang verwarring geweest bij de verschillende bevoegde gezagen of de vogels genoemd in Bijlage II van de Conventie van Bern en Bijlage I Conventie van Bonn conform art. 3.5 waren beschermd of niet. Onlangs, op 1 juli 2018, is echter een verzamelwet inwerking getreden waarin is aangegeven dat art. 3.5 niet van toepassing is op soorten, bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn.*

Soort	Soort	Soort	Soort	Soort
Apollovlinder	Gestreepte dolfijn	Heikikker	Noordse vinvis	Tijmblauwtje
Bataafse stroommossel	Gestreepte waterroofkever	Heldenbok	Noordse vleermuis	Tuimelaar
Bechsteins vleermuis	Gevlekte witsnuitlibel	Hille	Noordse winterjuffer	Tweekleurige vleermuis
Bever	Gewone baardvleermuis	Houting	Noordse woelmuis	Vale vleermuis
Boomkikker	Gewone dolfijn	Ingekorven vleermuis	Oostelijke witsnuitlibel	Vermiljoenkever
Bosvleermuis	Gewone dwergvleermuis	Juchtleerkever	Orca	Vroedmeesterpad
Boszandoog	Gewone grootoorvleermuis	Kamsalamander	Otter	Walrus
Brandts vleermuis	Gewone spitsdolfijn	Kemps' zeeschildpad	Pimpernelblauwtje	Watervleermuis
Brede geelrandwaterroofkever	Gewone vinvis	Kleine dwergvleermuis*	Platte schijfhoren	Wilde kat*
Bronslibel	Gladde slang	Kleine hoefijzerneus	Poelkikker	Witflankdolfijn
Bruinvis	Griend	Kleine zwaardwalvis	Potvis	Witsnuitdolfijn
Bultrug	Grijze dolfin	Knoflookpad	Rivierrombout	Witte dolfijn
Dikkopschildpad	Grijze grootoorvleermuis	Kruipend moerasscherm	Rosse vleermuis	Wolf*
Donker pimpernelblauwtje	Groene glazenmaker	Laatvlieger	Rugstreeppad	Zandhagedis
Drijvende waterweegbree	Groenknolorchis	Lederschildpad	Ruige dwergvleermuis	Zilverstreephooibeestje
Dwergpotvis	Grote hoefijzerneus	Lynx	Sierlijke witsnuitlibel	Zomerschroeforchis
Dwergvinvis	Grote rosse vleermuis	Meervleermuis	Soepschildpad	Oeveraas**
Franjestaart	Grote vuurvlinder	Mopsvleermuis	Spitsdolfijn van Gray	Walrus**
Gaffellibel	Hamster	Muurhagedis	Steur	
Geelbuikvuurpad	Hazelmuis	Narwal	Teunisbloempijlstaart	

**= niet opgenomen in Bijlage 2 Memorie van Toelichting, maar wel op lijst Habitatrichtlijn Bijlage IV.*

*** = niet genoemd in Bijlage 3 Memorie van Toelichting: Tabel I, staat wel in Bijlage II van de Conventie van Bern.*

BIJLAGE 2 - BESCHERMDE SOORTEN (VERVOLG)

Artikel 3.10 Andere soorten

Hieronder vallen soorten genoemd in onderdeel A en onderdeel B bij de Wnb. Sommige van deze soorten zijn vrijgesteld bij ruimtelijke ontwikkeling of bestendig beheer en onderhoud. Dat verschilt per provincie. In **Bijlage 3** is hiervan een overzicht te vinden.

Soort	Soort	Soort	Soort	Soort	Soort	Soort
Aardbeivlinder	Bruine kikker	Gewone bosspitsmuis	Karthuizeranjer	Naaldenkervel	Veenbesblauwtje	Molmuis
Aardmuis	Bruinrode wespenorchis	Gewone bronlibel	Karwijselie	Ondergrondse woelmuis	Veenbesparelmoervlinder	Oeveraas
Adder	Bunzing	Gewone pad	Kempense heidelibel	Pijlscheefkelk	Veenbloembies	Mercuurwaterjuffer
Akkerboterbloem	Damhert	Gewone zeehond	Kleine ereprijs	Pimpernelblauwtje	Veenhooibeestje	
Akkerdoornzaad	Das	Glad biggenkruid	Kleine heivlinder	Ree	Veldmuis	
Akkerogentroost	Dennenorchis	Gladde zegge	Kleine ijsvogelvlinder	Ringslang	Veldparelmoervlinder	
Alpenwatersalamander	Donker pimpernelblauwtje	Grijze zeehond	Kleine Schorseneer	Roggelelie	Veldspitsmuis	
Beekdonderpad	Donkere waterjuffer	Groene nachtorchis	Kleine watersalamander	Rood peperboompje	Vinpootsalamander	
Beekkrombout	Dreps	Groensteel	Kleine wolfsmelk	Rosse woelmuis	Vliegend hert	
Beekprik	Duinparelmoervlinder	Groot spiegelklokje	Kluwenklokje	Rozenkransje	Vliegenorchis	
Beklierde ogentroost	Dwergmuis	Grote bosaardbei	Knollathyrus	Ruw parelzaad	Vos	
Berggamander	Dwergspitsmuis	Grote bosmuis	Knolspirea	Scherpkruid	Vroege ereprijs	
Bergnachtorchis	Echte gamander	Grote leeuwenklauw	Kommavlinder	Schubvaren	Vuursalamander	
Blaasvaren	Edelhert	Grote modderkruiper	Konijn	Schubzegge	Waterspitsmuis	
Blauw guichelheil	Eekhoorn	Grote parelmoervlinder	Korensla	Sleedoornpage	Wezel	
Bokkenorchis	Egel	Grote vos	Kranskarwij	Smalle raai	Wild zwijn	
Boommarter	Eikelmuis	Grote vuurvlinder	Kruiptijm	Speerwaterjuffer	Wilde averuit	
Bosbeekjuffer	Elrits	Grote weerschijnvlinder	Kwabaal	Spiegeldikkopje	Wilde ridderspoor	
Bosboterbloem	Europese rivierkreeft	Haas	Lange zonnedauw	Spits havikskruid	Wilde weit	
Bosdravik	Franjegentiaan	Hazelworm	Levendbarende hagedis	Steenbraam	Woelrat	
Bosmuis	Geelgroene wespenorchis	Hermelijn	Liggende ereprijs	Steenmarter	Wolfskers	
Bosparelmoervlinder	Gentiaanblauwtje	Honingorchis	Meerkikker	Stijve wolfsmelk	Zandwolfsmelk	

BIJLAGE 3 - VRIJGESTELDE SOORTEN

In afwijking van artikel 3.10, eerste lid, van de wet gelden de in dat lid opgenomen verboden niet voor de soorten hiernaast genoemd, mits het gaat om handelingen die worden verricht in verband met:

a. de uitvoering van werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting;
b. de uitvoering van werkzaamheden in het kader van bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer;
c. de uitvoering van werkzaamheden in het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw;
d. bestendig gebruik.

Deze vrijstelling geldt dus **niet** voor (eenmalige) activiteiten, zoals evenementen of (sport)wedstrijden.

[1] Per 1 december 2019 zijn bunzing, egel, hermelijn, ondergrondse woelmuis en wezel niet meer vrijgesteld (bron).

Soort / Provincie	Friesland	Groningen	Drenthe	Overijssel[1]	Gelderland	Utrecht	N-Holland	Z-Holland	Flevoland	Zeeland	N- Brabant	Limburg
Aardmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bastaardkikker	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bruine kikker	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bosmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bunzing	x	x	x			x		x	x	x		x
Dwergmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dwergspitsmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Egel	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Gewone bosspitsmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gewone pad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Haas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hermelijn	x	x	x			x		x	x			x
Huisspitsmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kleine watersalamander	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Konijn	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Meerkikker	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ondergrondse woelmuis	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x
Ree	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rosse woelmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Steenmarter	x											
Tweekleurige bosspitsmuis	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Veldmuis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wezel	x	x	x			x		x	x			x
Wild zwijn											x	
Woelrat	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

BIJLAGE 4 - INGEVULDE GEGEVENS

Hieronder is de ingevulde vragenlijst weergegeven die door de opdrachtgever is ingevuld.

Vragenlijst Project Bodemenergie VHGM2020-1 Habitus

Vraagstelling

a) In de aanvraag wordt de wens geuit de effecten de onderzoeken bij het grootschalig toepassen van (een combinatie) van bodemenergiesystemen. Wat wordt hierbij verstaan onder grootschalig? Gaat het over 100 locaties of veel meer? En in welk tijdsbestek: 100 verspreid over 5 jaar of 1000 verspreid over 3 jaar? Het gaat om een grove indicatie, is daar iets over te zeggen?

Met grootschalig wordt bedoeld dat binnen een groot aantal wijken binnen de gemeente Haarlemmermeer door de gehele wijk verspreid bodemenergiesystemen aangelegd zullen worden. Het gaat dan over honderden systemen, verspreid over de gemeente Haarlemmermeer, maar zullen wel vaak, maar niet uitsluitend geclusterd zijn in specifieke wijken (nieuwbouwwijken, ontwikkelingen). Deze ontwikkelingen zullen plaatsvinden in de komende 20 tot 30 jaar.

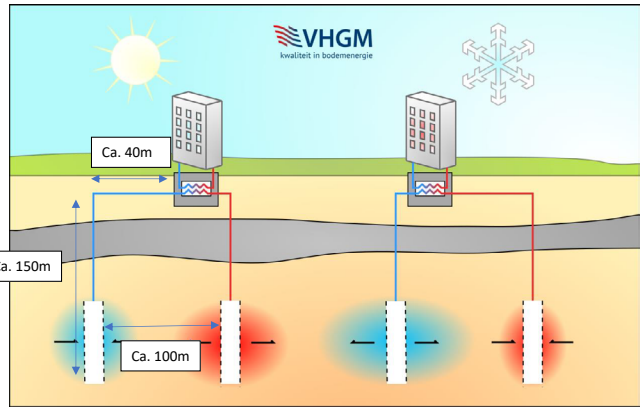
Installaties

In de rapportage zullen drie bodemenergiesystemen beoordeeld worden: open bodemenergiesystemen, gesloten bodemenergiesystemen en opslagtanks.

a) Zijn er technische tekeningen en/of beschrijvingen beschikbaar van de drie installatietypes, waarbij duidelijkheid wordt gegeven over:
   a. de diepte waarop de installaties worden geplaatst (bijvoorbeeld: tussen de 1,5 meter en 1 meter diepte);
      i. Open en gesloten bodemenergiesystemen bevinden zich van maaiveld tot dieptes van 100 a 200 meter.
      ii.
      iii. Ondergrondse opslagtanks bestaan nog nauwelijks, maar deze zullen waarschijnlijk gerealiseerd worden op een diepte van ca. maaiveld tot een diepte van 10m.
   b. welke bovengrondse en ondergrondse elementen er zijn bij de verschillende installaties en hoe groot deze zijn;
      i. open bodemenergiesystemen omvatten een putbehuizing van ca. 1,5m bij 1,5m van ca. 1m diepte zoals te zien in deze afbeelding. Bij gesloten bodemenergiesystemen is het concept vergelijkbaar maar is deze iets kleiner in omvang:



   c. de afstanden tussen de verschillende elementen (schaalgrootte van 1 installatie), afstand tussen koude en warmte bron en afstand tot de woningen/gebouwen waar de energie gebruikt wordt;
      i. Hieronder zijn de grove afmetingen van een open bodemenergiesysteem afgebeeld.



   d. de oriëntatie van de buizen. Hoeveel horizontale verplaatsing vindt er plaats? Hoe diep worden deze buizen geplaatst?
      i. De buizen van open en gesloten systemen zijn verticaal de diepte in, tot de bronput. Vanaf de bronput loopt een leiding naar het gebouw, vergelijkbaar met elektriciteitkabels, riolering, etc (diepte ca. 1m onder maaiveld). Bij ondergrondse opslagtanks zullen de kabels en leidingen voornamelijk ook horizontaal zijn.

b) Is er iets meer informatie beschikbaar over hoe deze systemen werken?

Open systemen:

Grondwater wordt onttrokken in een bron, gebruikt om een gebouw te verwarmen of koelen. Het water wat gebruikt wordt om te verwarmen koelt af en wordt in de koude bron geinfiltreerd. Het water wat gebruikt wordt om te koelen wordt vaak aan de lucht door droge koelers opgewarmd en opgeslagen in de warme bron. Deze systemen kunnen tot ca. 1 miljoen m^3 water verpompen per seizoen. Het water in de warme bron mag wettelijk maximaal 25 graden C zijn, het water in de koude bron minimaal 5 graden C.

Gesloten systemen:

Gesloten systemen verpompen geen water, maar wisselen alleen warmte uit. Het zijn buizen die tot maximaal enkele honderden meter de grond in gaan. Er stroomt vloeistof door de buizen die warmer of kouder is dan de grond, waardoor er warmteuitwisseling plaatsvindt. Deze uitwisseling begint

BIJLAGE 4 - INGEVULDE GEGEVENS (VERVOLG)

direct op de plek waar de buis de grond in gaat. Deze systemen bestaan uit 1 bron, en worden veelal alleen gebruikt om te verwarmen. Hierdoor kan de grond in een straal rond de buis afkoelen tot een straal van ca. 10m. De temperatuurrange is min of meer gelijk aan die van open systemen.

Bij ondergrondse opslagtanks wordt warmte van datacenters, zonnepanelen, lucht, etc. opgeslagen in een tank, om deze warmte in de winter te gebruiken om huizen, kantoren en tapwater te verwarmen.

c) Is het aannemelijk dat de buizen langs oevers of onder waterlichamen door zullen lopen?
    a. Bij gebruikelijke bodemenergiesystemen is dit zeer onwaarschijnlijk.

Directe effecten

a) Welke werkzaamheden worden uitgevoerd om de verschillende installaties te plaatsen en waar zitten de verschillen tussen de systemen?

Bij zowel open als gesloten systemen wordt door een boorwagen een gat geboord. In beide gevallen worden buizen en dergelijke zaken de grond in gebracht. Tevens moet er leidingwerk gelegd worden van de bron naar het gebouw. Het proces is nagenoeg identiek voor open en gesloten systemen, de gebruikte materialen en dergelijke niet.

Bij opslagtanks wordt er een put gegraven van de afmeting van de tank (ca. 10m diepte), waar vervolgens een tank in gebouwd wordt. Er zullen ook leidingen naar het gebouw gelegd worden. Details zijn onbekend omdat deze in Nederland nog niet vaak zijn gebouwd.

b) Bij welke systemen worden er boorwerkzaamheden uitgevoerd?
    a. Wat is de boordiepte?
    b. Wat is de doorsnede van een boorgat?
        i. Bij zowel open als gesloten systemen worden boringen uitgevoerd. De diepte kan tot 200m zijn. De doorsnede van het boorgat is bij open systemen ca. 70 cm doorsnede. Bij gesloten systemen is de doorsnede ca. 25 cm.
c) Bij welke systemen worden er graafwerkzaamheden uitgevoerd?
    a. Wat is de graafdiepte?
    b. Wat is het graafoppervlak?
    Voor alle systemen(open, gesloten en tanks) worden graafwerkzaamheden uitgevoerd voor de kabels en leidingen. Deze zullen ca. 1m diep zijn en een lengte hebben van de bron tot het gebouw. Deze afstand zal ca. 50 tot 100m zijn. Ondergrondse opslagtanks kunnen ca 10m diep zijn met een diameter van ca. 50m.
d) Wat is de onderhoudsfrequentie van de ondergrondse elementen?
    a. In de ondergrond aangebrachte elementen worden niet meer aangetast of onderhouden als deze zijn aangebracht bij open en gesloten systemen. Het onderhoud aan open systemen vindt plaats door het schoonspoelen van de bronnen. Bij gesloten systemen is bij goed functioneren geen onderhoud noodzakelijk. Ik neem aan dat bij opslagtanks er ook aan de buitenzijde geen onderhoud plaats vindt na de aanbreng.
e) Worden er tijdens de werkzaamheden sterke trillingen verwacht?
    a. Het is mogelijk dat tijdens de aanleg van de bronnen tijdens het boren trillingen aanwezig zijn.
f) Zijn er al beoogde locaties of kan het in principe overal toegepast worden? Worden er eventueel in verband met onderhoudswerkzaamheden al locatietypes uitgesloten? Denk hierbij aan stedelijk gebied, agrarisch gebied, industrieterreinen, bestaande elektriciteitscentrales.
    a. De systemen zullen voornamelijk toegepast worden in stedelijk gebied, in nog te bouwen wijken en industriegebieden. In agrarisch gebied is het onwaarschijnlijk dat het op grote schaal toegepast wordt, maar individuele systemen zijn wel mogelijk.

Indirecte effecten

a) Produceren de bovengrondse elementen harde geluiden, sterke trillingen of warmte?
    a. Tijdens het boren en de aanleg zijn er harde geluiden en trillingen. Warmtepompen binnen de gebouwen kunnen misschien ook tot lichte trillingen leiden. Bovengronds kan het dat bij de droge koeler (waar warmte uit de lucht wordt gehaald om de warme bron van warmte te voorzien) de lucht zeer lokaal kouder is.
b) Is bij de bovengrondse elementen verlichting aanwezig?
    Nee.
c) Wat is de temperatuurfluctuatie in de bodem en het grondwater (maximale en minimale temperatuur) voor de verschillende systemen?
        i. De minimale en maximale temperatuur bij infiltratie en onttrekking van het grondwater bij open sytemen is respectievelijk 5 (koude bron) en 25(warme bron) graden voor open bodemenergiesystemen. Deze temperaturen bevinden zich vaak op een diepte van meer dan 30m. Bij gesloten systemen kan de bodem en het grondwater afkoelen tot ca. 5 graden. Hier is het effect op kleinere diepte groter. Ondiep ligt het temperatuurverschil op ca. 2 a 3 graden t.o.v. de buitentemperatuur.
    b. Wat zijn hierbij de verschillen tussen de warmte en koude bron?
        i. Zie hierboven .
    c. Vindt deze fluctuatie ook aan de buitenzijde van de buizen plaats?
        i. De hierboven beschreven fluctuatie vind in de bodem plaats, buiten de buizen.
d) Klopt het dat er gedurende het hele jaar een lokale warmte bron en een lokale koude bron is in de bodem voor het open en gesloten systeem?
    a. Dit klopt voor een open systeem, deze omvat een warme bron, waar gedurende het hele jaar de bodem en het grondwater warm is (in welke mate en temperatuur verschilt wel gedurende het jaar) Een gesloten systeem wordt voornamelijk gebruikt om te verwarmen en bestaat uit een enkele bron. Hier wordt de bodem voornamelijk koud.
e) Hoe ver liggen de warmte en koude bron uit elkaar? Het is met name belangrijk om te weten wat de afstand is tussen het gebied waar grondwater onttrokken wordt en het gebied waar grondwater weer terug de bodem in gestopt wordt. Deze afstand zal rond de 100m liggen in de meeste gevallen.
f) Wat is de straal waarin de temperatuurswisseling plaatsvindt (met name bij open en gesloten systemen?)
    a. Bij open systemen kan de straal rondom een bron oplopen tot 50m waarin het verwarmd of gekoeld wordt. Bij gesloten systemen is dit een kleiner gebied, ca. 10m.
g) Straalt de hitte ook uit voor de opslagtanks? Over welke straal?
    a. Ja, de grond rondom de opslagtanks straalt uit buiten de tank. Het leidt tot min of meer constante temperatuurverschillen van maximaal 5 graden tot maximaal 10m buiten de tanks.
h) Is er warmtestraling van de buizen? Welke straalgrootte?

BIJLAGE 4 - INGEVULDE GEGEVENS (VERVOLG)

a. Waarschijnlijk zullen de leidingen op maximale enkele tientallen centimeters van de leidingen leiden tot verwarming van maximaal een 1 C.

i) Wat is de temperatuur van de buitenste schil van de opslagtanks en de buizen van de verschillende installaties? De buitenste schil van de opslagtank zal maximaal 5 graden warmer zijn dan de buitentemperatuur. De buizen van de opslagtanks stroomt water door wat tot 90 graden kan zijn. Hierdoor zal de bodem meer opwarmen dan bij de open en gesloten systemen waar het

j) In de aanvraag staat dat er bij open systemen grondwater aan de bodem onttrokken wordt en via een andere bron in de bodem geïnfiltreerd. Hoeveel water wordt er (gemiddeld) onttrokken per locatie? Kan er sprake zijn van netto meer onttrekking dan infiltratie? Het gaat om een grove indicatie, is daar wat over te zeggen? Per individueel systeem (voor open bodemenergiesystemen, denk aan een kantoor of een flatgebouw/appartementencomplex) zal gemiddeld 200.000m³ van de warme naar de koude bron gaan in een jaar. Over het algemeen gaat dezelfde hoeveelheid ook weer terug van de koude naar de bron. Er kan per jaar wel een klein verschil in zitten afhankelijk van het weer e.d., maar er wordt nooit netto water uit de bodem gehaald. Alles wat uit de warme bron komt gaat de koude bron in en andersom.

k) In de aanvraag stond dat voor open systemen er een fluctuatie in grondwaterstand van enkele centimeters te verwachten is aan het oppervlak. Klopt dit en worden deze systemen naar verwachting dan alleen ingezet in gebieden waar de grondwaterstand dicht bij het maaiveld ligt? Als er veel open systemen aangelegd worden in een relatief klein gebied kunnen deze gezamenlijk zorgen voor effecten aan het oppervlak. In de gemeente haarlemmermeer is de gemiddelde grondwaterstand 1.25m onder maaiveld.

l) Wordt er ook een grondwaterfluctuatie verwacht voor gesloten systemen?
Nee.

Abiotische factoren

a) Hebben jullie informatie beschikbaar over de effecten op chemische bodemkwaliteit, verontreiniging, geohydrologische effecten, etc, zoals genoemd in de aanvraag?

Effecten op chemie en microbiologie in de bodem:

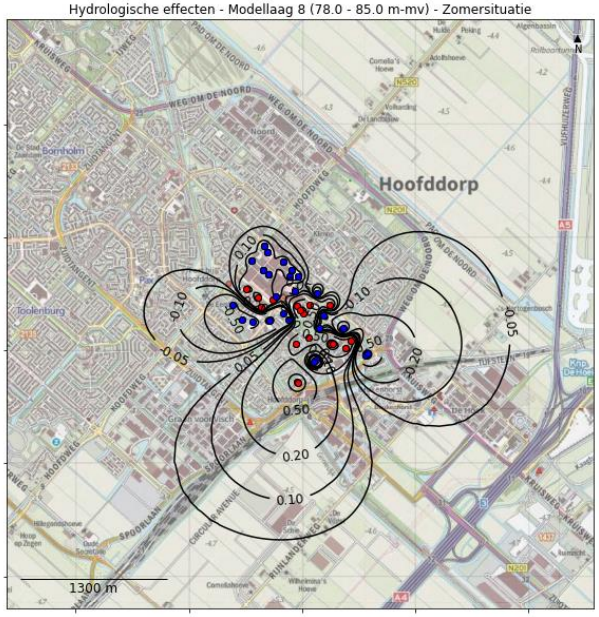
https://www.researchgate.net/publication/265601612_Field_assessment_of_the_impacts_of_Aquifer_Thermal_Energy_Storage_ATESsystems_on_chemical_and_microbial_groundwater_composition

Dit artikel gaat over open bodemenergiesystemen, en dan met name wat er gebeurt op de diepte waar het warme en koude water worden geinfiltreerd en onttrokken.

Bodemenergiesystemen leiden niet tot verontreiniging in de bodem over het algemeen. Wel kunnen bestaande verontreinigingen verplaatst worden door de grondwaterstroming. In de praktijk wordt dit over het algemeen voorkomen.

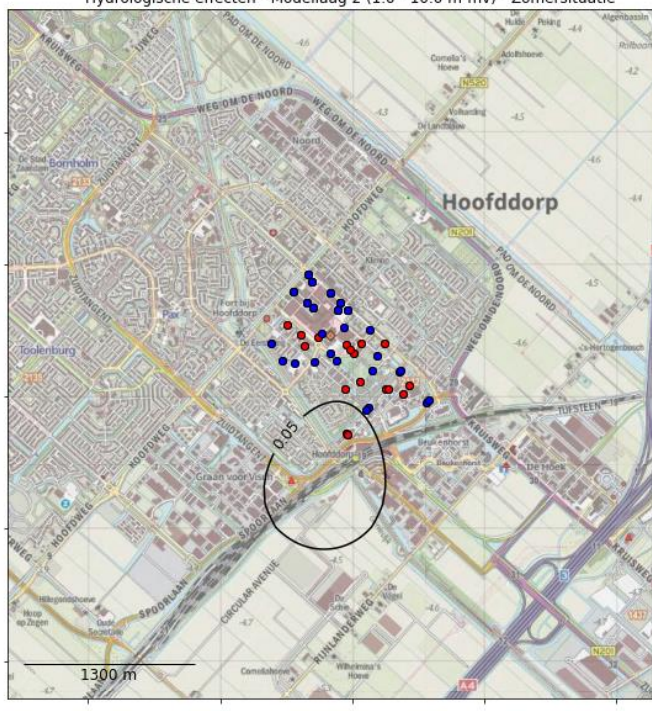
De geohydrologische effecten zijn in eerste instantie schommelingen in de grondwaterstand. Op deze afbeelding is te zien hoe ver deze effecten reiken in Hoofddorp centrum. Dit gebied is ook een goed voorbeeld van waar grootschalige bodemenergie toegepast gaat worden. Alle stippen zijn bronnen van open bodemenergiesystemen.

Hydrologische effecten - Modellaag 8 (78.0 - 85.0 m-mv) - Zomersituatie



Richting het oppervlak nemen deze effecten en het invloedsgebied af. De verlaging en verhoging in de grondwaterstand kan leiden tot zetting(bodemdaling). Bij het ontwerp van de systemen wordt rekening gehouden met eventuele negatieve gevolgen met betrekking tot deze effecten en zijn deze over het algemeen heel beperkt. De afbeelding hieronder geeft weer wat de geohydrologische effecten zijn op de grondwaterstand op 1m-mv. Zoals te zien is zijn de effecten redelijk beperkt.

BIJLAGE 4 - INGEVULDE GEGEVENS (VERVOLG)



3e water pakket 80 meter

Ecovat fabrikant opslagtanks

Nagele project opslagtanks

habitus

Over ons

Habitus is een vooruitstrevend advies- en onderzoeksbureau voor biodiversiteit en natuurwetgeving. Wij zijn als organisatie **betrokken** bij de klant. Wij zorgen door **constante ontwikkeling** van onze diensten voor verhoging van de tevredenheid van onze klanten over onze dienstverlening. Wij zijn experts met **passie** voor ons vak en zorgen voor een soepel traject door kwaliteitsdiensten te bieden. Wij helpen onze klanten met praktisch advies over biodiversiteit en beschermde soorten. Wij geloven in langdurige samenwerking met opdrachtgevers, partners en collega's op een wijze die wederzijds voordeel oplevert.

Onze missie en kernwaarden

Het is onze missie om **de biodiversiteit te beschermen en te verhogen**. Met het team van collega's werken we dagelijks in vele projecten met passie aan onze missie. Met wetgeving gerelateerde adviezen dragen we bij aan de bescherming van soorten en zo aan bescherming van biodiversiteit. Met biodiversiteitsadviezen dragen we gericht en direct bij aan het verhogen van de biodiversiteit. Onze kernwaarden zijn:

- betrokken bij onze klanten
- constante ontwikkeling van onze dienstverlening
- passie voor natuur.

Klanttevredenheid en kwaliteit

Wij staan voor de kwaliteit die we leveren. Onder kwaliteit verstaan wij de mate waarin aan de klantverwachting wordt voldaan of wordt overtroffen. De klant is dus degene die bepaalt of wij kwaliteit leveren. Onze dienstverlening wordt door klanten gemiddeld met hoger dan een acht beoordeeld. Dit geeft aan dat we een passende invulling geven aan de klantverwachting.
Wij vinden dat we in eerste instantie zelf aan de lat staan voor de te leveren kwaliteit. Om die reden hebben wij dan ook onze eigen kwaliteitseisen geformuleerd. In samenspraak met onze opdrachtgevers bepalen we de gewenste kwaliteit van een dienst.

Over ons logo

Libellen zijn prachtige insecten. Het is dan ook geen toeval dat we voor inspiratie voor ons logo geput hebben uit de fraaie en diverse vormen die de orde van libellen rijk is. Wist je bijvoorbeeld dat elke soort unieke vleugelkenmerken heeft?
De paarse kleuren zijn een combinatie van blauw (dat staat voor stabiliteit) en de energie van rood. Paars staat ook voor **passie** en wordt verder geassocieerd met kracht, waardigheid (royalty), creativiteit en ambitie.



4. KORTETERMIJNEFFECTEN

Er wordt in dit rapport onderscheid gemaakt tussen de kortetermijneffecten tijdens de installatie van de systemen en de langetermijneffecten tijdens het gebruik van de systemen. Hieronder worden de verwachte kortetermijneffecten beschreven, die invloed kunnen hebben op de biodiversiteit.

4.1 Effecten van bodemenergiesystemen

Door de verschillen in installatiewerkzaamheden zijn er per bodemenergiesysteem andere effecten te verwachten op de omgeving. In tabel 1 staan de te verwachten effecten bij de verschillende werkzaamheden. Ook staan hier de soortgroepen weergegeven, die negatieve effecten kunnen ondervinden van de werkzaamheden. In paragraaf 4.2 worden de effecten in meer detail beschreven. Er zijn geen waarnemingen van reptielen bekend in de gemeente Haarlemmermeer, daarom worden deze niet genoemd.

Tabel 1: De verwachte effecten per werkzaamheid en de soortgroepen die daar naar verwachting een negatief effect van ondervinden.

	Bandbreedte temperatuur	Effect op 1e, 2e of 3e watervoerende pakket	Effecten	Organismen die een negatief effect kunnen ondervinden	Effect op biodiversiteit
Open systeem	**(5 grd ° - 25 grd °)**	2e en 3e	Ja	Grondgebonden zoogdieren, planten, mossen, korstmossen, insecten, vleermuizen, vogels	Zie paragraaf 4.2.1
Gesloten systeem	**(5 grd ° - 25 grd °)**	2e en 3e	Beperkt	Bodemleven, planten, grondgebonden zoogdieren	Zie paragraaf 4.2.2
Opslagtank	**(5 grd ° - 90 grd °)**	1e	Ja	Microbiële diversiteit in grondwater, bodemleven, planten	Zie paragraaf 4.2.3

Bodemenergieplan Nieuw Delft

Ordeningsplan voor de ondergrond

Bodemenergieplan Nieuw Delft

Ordeningsplan voor de ondergrond

Engineering the earth

Bodemenergieplan Nieuw Delft

Ordeningsplan voor de ondergrond

Opdrachtgever **Gemeente Delft**
Postbus 78
2600 ME DELFT
E evdgiessen@Delft.nl
Contactpersoon: de heer Erik van de Giessen

Adviseur **IF Technology bv**
Velperweg 37
Postbus 605
6800 AP ARNHEM
E s.deboer@iftechnology.nl
Contactpersoon: mevrouw S. de Boer

Colofon **Auteur:** **de heer H. de Jonge**
Versie: definitief
Gecontroleerd door: de heer R. Wennekes
Vrijgegeven door: mevrouw S. de Boer

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5
1.1 Aanleiding en kader 5
1.2 Probleemstelling 6
1.3 Doelstelling project 7
1.4 Leeswijzer bodemenergieplan 7

2 Principe bodemenergie 9
2.1 Open en gesloten systemen 9
2.2 Indeling open systemen 10

3 Juridisch kader bodemenergie 11
3.1 Open systemen 11
3.2 Gesloten systemen 12
3.3 Lozingsvergunning 14
3.3.1 Wanneer lozen? 14
3.3.2 Hoe lozen? 14

4 Bodemopbouw en belangen 16
4.1 Bodemeigenschappen 16
4.1.1 Bodemgeschiktheid open systemen 17
4.1.2 Bodemgeschiktheid gesloten systemen 20
4.2 Aanwezige en toekomstige belangen 21
4.2.1 Milieubeschermingsgebied voor grondwater 22
4.2.2 Grondwatergebruikers 22
4.2.3 Gesloten bodemenergiesystemen 23
4.2.4 Verontreinigingen 23
4.2.5 Natuurgebieden 24
4.2.6 Archeologie 24
4.2.7 Waterkeringen 25
4.2.8 Infrastructuur 25
4.2.9 Kabels en leidingen 25

5 Uitwerking bodemenergieplan 26
5.1 Energetische uitgangspunten 26

5.2 Plankaart 26
5.3 Gebruiksregels 29
5.3.1 Gebruiksregels open systemen 29
5.3.2 Gebruiksregels gesloten systemen 31

6 Effecten 33
6.1 Hydrologische effecten 33
6.1.1 Effecten op belangen 35
6.1.2 Effect op systemen binnen bodemenergieplan 35
6.2 Thermische effecten 35
6.2.1 Effecten op belangen 37
6.2.2 Effect op systemen binnen bodemenergieplan 38

Bijlage 1 Belangen

Bijlage 2 Samenvattend overzicht

Bijlage 3 Plankaart

1

Inleiding

1.1 Aanleiding en kader

In het projectgebied Nieuw Delft in Delft (van circa 28 hectare groot) worden nieuwe woningen, appartementen en commerciële ruimten ontwikkeld (zie Figuur 1). In het gebied wordt door de gemeente geen gasleiding gefaciliteerd. De gemeente verwacht dat hierdoor voor het merendeel van de nieuwbouwontwikkelingen gebruik zal worden gemaakt van bodemenergie om in de warmte- en koudebehoefte te voorzien. Hierdoor zal de drukte in de ondergrond ten aanzien van het gebruik van bodemenergie toenemen.

Figuur 1
Plangebied
Nieuw Delft
Bron: Woonexpress
Nieuw Delft



De gemeente Delft is bevoegd gezag voor de gesloten bodemenergiesystemen. Vanuit deze rol heeft de gemeente Delft een deel van het projectgebied al aangewezen als interferentiegebied voor gesloten systemen en bijbehorende beleidsregels opgesteld. Echter vanuit de ervaringen in het bestaand gebied, en de verwachte drukte in de ondergrond in Nieuw Delft, heeft de gemeente de wens geuit de bestaande beleidsregels te heroverwegen. Deze nieuwe regels zijn in dit Bodemenergieplan omschreven.

De gemeente Delft heeft door IF Technology in 2017 een onderzoek laten uitvoeren naar de noodzaak van ordening in de ondergrond[1]. Hieruit volgt dat voor een optimale ordening en inzet van bodemenergie een bodemenergieplan opgesteld moet worden. Dit bodemenergieplan geeft invulling aan het beleid van de gemeente en bevat uitgangspunten voor ordeningsregels in het interferentiegebied.

De provincie Zuid-Holland is bevoegd gezag voor open bodemenergiesystemen. Vanwege het feit dat in het gebied ook gebruik wordt gemaakt van open systemen, is de provincie

[1] Onderzoek potentie bodemenergie Nieuw Delft, IF Technology, d.d. 7 maart 2017, kenmerk 66280/SB/20170307

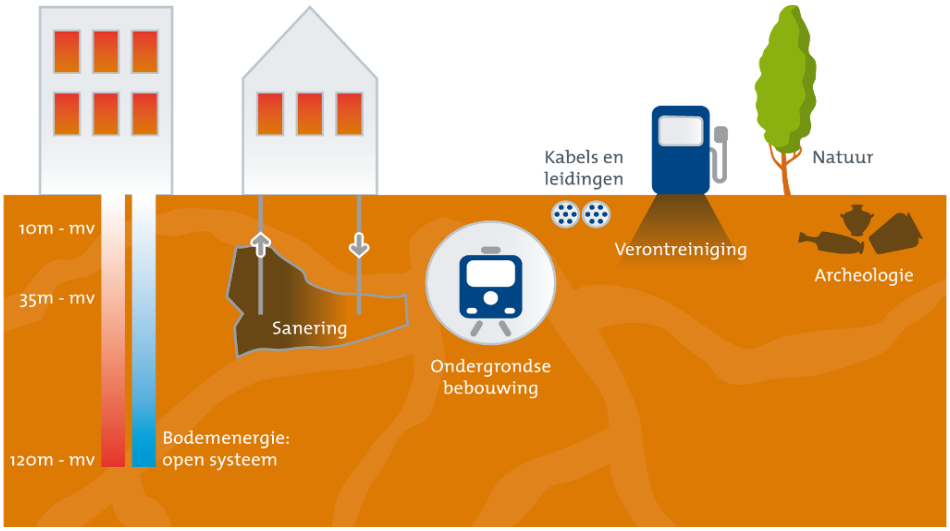
Zuid-Holland betrokken bij het opstellen van dit bodemenergieplan. De gemeente Delft vraagt de provincie de ordeningsregels voor open systemen, die van invloed zijn op het provinciaal beleid, over te nemen in haar eigen beleid.

1.2 Probleemstelling

Bij grootschalige toepassing van bodemenergie neemt de drukte in de ondergrond sterk toe. Voorkomen moet worden dat bij een toename van het aantal bodemenergiesystemen negatieve interferentie tussen bodemenergiesystemen onderling of nadelige beïnvloeding van andere ondergrondse functies optreedt (Figuur 2). Negatieve interferentie betekent dat systemen de temperatuur in elkaars nabijheid zodanig veranderen dat het rendement van die systemen nadelig wordt beïnvloed, waardoor deze niet (goed) meer kunnen functioneren.

Regie is gewenst om een optimaal en duurzaam gebruik van de ondergrond te borgen, zodat alle ontwikkelingen in Nieuw Delft gebruik kunnen maken van bodemenergie. Regie zorgt ervoor dat ongewenste interferentie (negatieve interactie) tussen bodemenergiesystemen onderling of met andere ondergrondse functies wordt voorkomen. Zonder regie is het waarschijnlijk dat toekomstige partijen die zich gaan vestigen in Nieuw Delft op een gegeven moment geen gebruik meer kunnen maken van bodemenergie.

Figuur 2
Overzicht ondergrondse functies



1.3 Doelstelling project

Dit bodemenergieplan geeft de gemeente Delft de mogelijkheid om de ondergrondse inrichting van Nieuw Delft met betrekking tot bodemenergiesystemen te regisseren met als doel optimaal gebruik te maken van de ondergrond voor bodemenergie. De gemeente zet hierbij in op een plan met zoveel mogelijk flexibiliteit. De toepassing van open systemen focust zich op de inzet bij de commerciële ruimte en de appartementen (gestapelde bouw). De toepassing van gesloten systemen richt zich met name op de grondgebonden woningen.

Uitwerking van het bodemenergieplan vindt plaats door inventarisatie van de voornaamste inrichting bepalende randvoorwaarden:

- Bovengrondse inrichting projectgebied (beschikbare ruimte voor bronpositionering).
- Energievraag bouwontwikkelingen (op basis van studie uit 2016, aangevuld met recente gegevens).
- Bestaande en toekomstige overige ondergrondse functies/belangen.

Afweging van deze randvoorwaarden leidt tot een bodemenergieplan waarbij kansen voor combinatie van functies worden benut en negatieve interactie tussen verschillende gebruikers wordt geminimaliseerd.

1.4 Leeswijzer bodemenergieplan

Voorliggend bodemenergieplan geeft per ontwikkelgebied binnen Nieuw Delft inzicht in de positioneringsmogelijkheden van de verschillende bodemenergiesystemen. Aan de hand van het aangeleverde bouwprogramma is een inschatting gemaakt van de verwachte benodigde bodemcapaciteit per ontwikkeling. Op basis hiervan zijn vervolgens de thermische en hydrologische effecten doorgerekend en inzichtelijk gemaakt.

Bij het gebruik van het bodemenergieplan dienen enkele aandachtspunten in ogenschouw te worden genomen:

- Voor de bepaling van de warmte- en koudebehoefte van de nieuwe ontwikkelingen is gebruik gemaakt van kentallen. De initiatiefnemers zijn zelf verantwoordelijk voor de bepaling van de werkelijk energiebehoefte en het ontwerp van het bodemenergiesysteem (conform SIKB Protocol 11001 en 2100 en ISSO publicatie 39, 72, 80 en 81).
- In het bodemenergieplan zijn regels opgenomen ten aanzien van de positionering van de bodemenergiesystemen binnen de te ontwikkelen gebieden. De initiatiefnemers dienen zelf de bronnen en de bodemlussen in relatie tot andere aanwezige ondergrondse

infrastructuur zoals bijvoorbeeld kabels en leidingen in te passen. Indien voor open bodemenergiesystemen gebruik wenst te worden gemaakt van openbaar terrein, dient dit afgestemd te worden met de gemeente Delft.

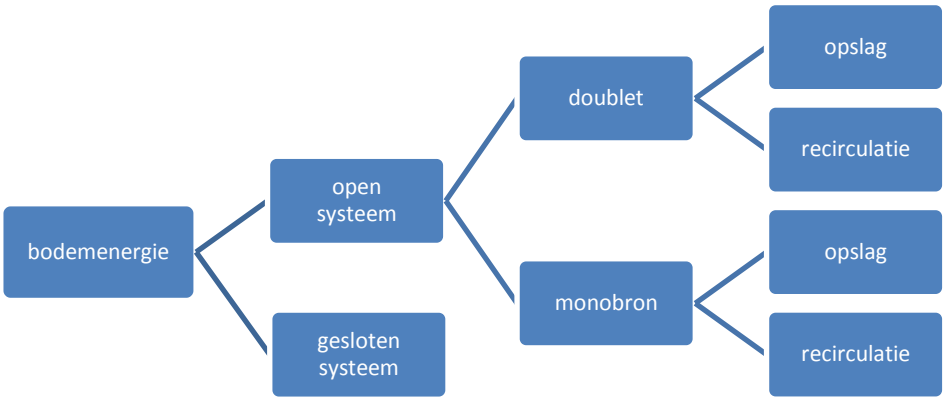
- De bodemopbouw is inzichtelijk gemaakt aan de hand van de huidige beschikbare boorgegevens. Gezien de heterogeniteit van de bodemopbouw ter hoogte van het plangebied kan de bodemopbouw per deellocatie variëren. De initiatiefnemers dienen zelf aan de hand van de op dat moment beschikbare informatie onderzoek te verrichten naar de bodemopbouw voor de betreffende deellocatie.

2

Principe bodemenergie

Bodemenergiesystemen maken gebruik van de bodem om warmte en/of koude op te slaan in het aanwezig grondwater. Deze warmte en/of koude wordt gebruikt voor de klimatisering van gebouwen of processen. Hiermee worden aanzienlijke energiebesparingen ten opzichte van conventionele verwarmings- en koelinstallaties gerealiseerd. Onderstaand figuur presenteert de verschillende typen bodemenergiesystemen.

Figuur 3
Type bodemenergie-systemen



2.1 Open en gesloten systemen

Open systemen, ook wel warmte/koude-opslag (WKO) genoemd, bestaan uit bronnen die grondwater onttrekken en infiltreren. Energie in de vorm van warmte en koude wordt opgeslagen in een ondergrondse watervoerende laag. Deze energie wordt vervolgens onttrokken om te verwarmen of te koelen: in de zomer wordt gekoeld met winterkoude en in de winter wordt verwarmd met zomerwarmte. Open systemen worden toegepast van circa 20 tot 250 meter beneden maaiveld. Een open systeem is met name rendabel bij de grotere ontwikkelingen: vanaf circa 50 woningen, kantoren en andere utiliteitgebouwen.

Gesloten systemen, ook wel bodemwarmtewisselaars genoemd, bestaan uit flexibele kunststof lussen in de bodem waarmee warmte en koude aan de bodem wordt onttrokken door middel van geleiding. Er wordt geen grondwater onttrokken. Gesloten systemen hebben een luslengte van circa 50 tot 200 meter beneden maaiveld. Een systeem kan al rendabel zijn bij één woning. Daarnaast worden gesloten systemen ook toegepast bij kleine utiliteitsbouw (scholen, kleine kantoren).

2.2 Indeling open systemen

Doublet en monobron

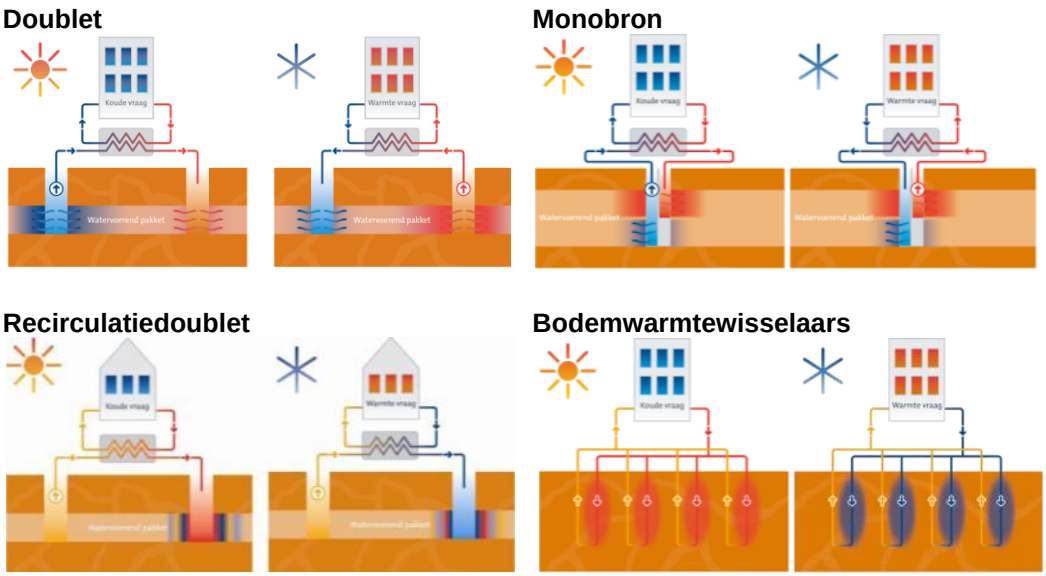
Open systemen zijn onderverdeeld in doubletten en monobronnen. Bij een doubletsysteem worden twee bronnen horizontaal ten opzichte van elkaar geplaatst, zodat de warme en koude bellen zich naast elkaar vormen. Een monobron bestaat uit slechts één bron, waarbij twee filters op ongelijke diepte in de bodem gepositioneerd worden. Hierbij vormen de warme en koude bel zich onder elkaar.

Opslagsystemen en recirculatiesystemen

Bij een opslagsysteem wordt de warmte en koude opgeslagen bij de bronnen. Eén bron is de zogenoemde warme bron, de andere bron de koude bron. Deze bronnen onttrekken en infiltreren afwisselend, afhankelijk van het seizoen. Een recirculatiesysteem is een alternatief systeem dat bestaat uit een onttrekkings- en een infiltratiebron. Er is geen sprake van opslag. Er wordt namelijk continu grondwater onttrokken uit de ene bron en geïnfiltreerd in de andere bron. Met het onttrokken grondwater, met een temperatuur gelijk aan de natuurlijke grondwatertemperatuur, wordt in de zomer gekoeld en in de winter verwarmd.

In Figuur 4 zijn de hierboven beschreven concepten schematisch weergegeven.

Figuur 4
Type bodemenergiesystemen



3

Juridisch kader bodemenergie

In onderstaande paragrafen is het relevante wettelijke kader voor de verschillende bodemenergiesystemen beschreven.

3.1 Open systemen

Het onttrekken en infiltreren van grondwater bij een open bodemenergiesysteem is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. Als bijlage bij de vergunningaanvraag dienen de effecten van het systeem in een effectenstudie te worden gekwantificeerd. De belangrijkste aspecten bij een vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1 Belangrijkste aspecten vergunning Waterwet

aspect	toelichting
bevoegd gezag	provincie Zuid-Holland
vergunningplicht	alle open systemen
doorlooptijd	8 weken tot publicatie definitieve beschikking*
leges/publicatiekosten	De provincie rekent geen leges voor open bodemenergiesystemen
juridische voorwaarden	- in ambitiegebieden (stedelijk- en glastuinbouwgebied) is open bodemenergie in het eerste watervoerende pakket uitgesloten; - een open bodemenergiesysteem moet in één watervoerende pakket gerealiseerd worden; - de gemiddelde infiltratietemperatuur in de bronnen mag niet hoger zijn dan 25 °C en niet lager zijn dan 5 °C; - bodemenergiesystemen mogen geen negatieve invloed hebben op reeds aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving; - verontreinigingen mogen niet extra verplaatst worden door het toepassen van bodemenergie; - verzilting van het zoete grondwater dient te worden voorkomen; - een koudeoverschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de provincie heeft de mogelijkheid om het koudeoverschot te beperken.

* De provincie kan onder voorwaarden deze termijn verlengen tot 6 maanden

Procedure

Voor een vergunningaanvraag Waterwet geldt de reguliere procedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 8 weken. De provincie heeft de mogelijkheid de procedure 6 weken te verlengen.

De provincie heeft de ruimte om gebruik te maken van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 6 maanden. Binnen deze procedure wordt, afwijkend van de reguliere procedure, eerst een ontwerpbesluit ter inzage gelegd, voordat het definitieve besluit uitkomt.

Indien een vergunning wordt aangevraagd voor een open bodemenergiesysteem binnen Nieuw Delft dat voldoet aan de inrichting en gebruiksregels uit dit bodemenergieplan, zal de provincie de reguliere procedure volgen. Indien het systeem afwijkt van het bodemenergieplan wordt de uniforme openbare procedure gevolgd.

3.2 Gesloten systemen

Met de inwerkingtreding van de AMvB Bodemenergie op 1 juli 2013 zijn gesloten systemen meldings- en soms vergunningplichtig. Alle gesloten systemen moeten tenminste gemeld worden. Voor gesloten systemen met een bodemzijdig vermogen groter dan 70 kW en alle systemen die in een interferentiegebied worden gerealiseerd, moet ook een Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) worden aangevraagd. De belangrijkste aspecten voor de melding en vergunningverlening voor gesloten systemen zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2
Belangrijkste aspecten melding en vergunning gesloten systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	gemeente Delft
melding	alle systemen
vergunningplicht	≥ 70 kW of ligging in interferentiegebied
doorlooptijd	melding: 4 weken voor start werkzaamheden vergunning: 8 weken tot publicatie definitieve beschikking (OBM)
belangrijkste algemene regels	- de temperatuur van de circulatievloeistof mag niet hoger zijn dan 30 °C en niet lager zijn dan -3 °C, de gemeente heeft de mogelijkheid om een hogere temperatuur toe te staan; - bij vermoedelijke lekkage: onmiddellijk buiten werking stellen en circulatievloeistof verwijderen (tenzij de circulatievloeistof uit alleen water bestaat); - gesloten bodemenergiesystemen mogen geen negatieve invloed hebben op reeds aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving; - een koudeoverschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de gemeente heeft de mogelijkheid om het koude of warmteoverschot te beperken.

De gemeente Delft heeft een deel van het projectgebied Nieuw Delft al aangewezen als interferentiegebied. Dit biedt de gemeente de volgende voordelen:

- Alle gesloten bodemsystemen zijn vergunningplichtig.
- Hierdoor kan bewerkstelligd worden dat de ondergrond optimaal gebruikt wordt door bodemenergiesystemen, zonder dat negatieve interferentie tussen de systemen ontstaat, omdat de gemeente *vooraf* kan toetsen of de aanvrager in zijn ontwerp rekening heeft gehouden met potentiele gebruikers in zijn omgeving.
- Het leveren van een bijdrage aan de gemeentelijke klimaatdoelstelling en de wens om het plangebied Nieuw Delft energieneutraal te laten zijn door de realisatie van bodemenergiesystemen.

Procedure

Voor gesloten bodemenergiesystemen geldt het bestaand wettelijk kader (zie tabel 2). Dit betekent dat binnen een interferentiegebied voor ieder gesloten systeem, naast de melding (Besluit lozen buiten inrichting of Activiteitenbesluit milieubeheer), de Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets moet worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (gemeente Delft).

3.3 Lozingsvergunning

3.3.1 Wanneer lozen?

Boren van de bronnen/lussen (boorspoelwater)

Voor de aanleg van de bronnen van open systemen en de lussen van gesloten systemen moet worden geboord. Tijdens het boren komt spoelwater vrij (boorspoelwater). De hoeveelheid water die hierbij vrijkomt is beperkt, maar bevat vaak boorspoeling (bentoniet en polymeren) en vrijgekomen grond (zand, klei).

Ontwikkelen van open bronnen (ontwikkelwater)

Direct na het boren worden de bronnen van een open systeem eenmalig schoon gepompt (ontwikkelen). Het doel hiervan is om resten van het geboorde materiaal uit de bronnen te verwijderen (zand en slibdeeltjes), zodat deze niet voor verstoppingen kunnen zorgen. Het grondwater komt vrij met maximaal het uurdebiet van het bodemenergiesysteem. Het gemiddelde debiet zal echter lager liggen. De maximaal te lozen hoeveelheid water bedraagt circa 25 maal het uurdebiet per bron.

Onderhoud van open bronnen (spuiwater)

Tijdens periodiek onderhoud van het open systeem dat gemiddeld twee keer per jaar (doorgaans aan het eind van het zomer- en winterseizoen) plaatsvindt, wordt een relatief kleine hoeveelheid grondwater geloosd. Het eventueel in de bronnen opgehoopte zand of slib wordt tijdens het spuien uit de bronnen gepompt. Hiervoor wordt per spuiactie als vuistregel maximaal eenmaal het uurdebiet per bron geloosd.

3.3.2 Hoe lozen?

In de AMvB Bodemenergie is een voorkeursvolgorde voor lozen gedefinieerd. Hierbij worden twee type lozingen onderscheiden:

1) lozen van boorspoelwater (open en gesloten systemen)
2) lozen van ontwikkel- en beheerwater (alleen open systemen)

Door de specifieke kenmerken van deze stromen geldt er een voorkeursvolgorde voor de lozingsroute. Lokale omstandigheden kunnen aanleiding zijn om af te wijken van deze volgorde. Onderstaande tabel geeft de voorkeursvolgorde weer.

Het beleid ten aanzien van het lozen op oppervlaktewater is beschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen. Dit beleid wordt in het geval van Nieuw Delft gehanteerd en uitgevoerd

door het Hoogheemraadschap van Delfland. Het beleid en het indienen van een vergunning of doen van een melding staat beschreven op de website van het hoogheemraadschap.

Tabel 3 Voorkeursvolgorde lozingen per type afvalwater

Type afvalwater	Voorkeursvolgorde lozing (bevoegd gezag)
Boorspoelwater (open en gesloten systemen)	1. vuilwaterriool (gemeente) 2. op de bodem (gemeente) 3. overige lozingsmethoden 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 (gemeente) 4. vuilwaterriool (gemeente) 5. externe verwerker

4

Bodemopbouw en belangen

4.1 Bodemeigenschappen

Het technisch functioneren van een bodemenergiesysteem is afhankelijk van een aantal bodemeigenschappen. De belangrijkste voorwaarde voor open systemen is dat in de bodem een geschikte watervoerende zandlaag aanwezig is die voldoende capaciteit biedt voor de opslag van koude en warmte. Een gesloten systeem kan, in tegenstelling tot een open systeem, in een slecht doorlatende laag worden aangelegd. De doorlatendheid is van ondergeschikt belang, aangezien er ook warmte-uitwisseling in een klei- of veenlaag kan plaatsvinden.

Een ander aspect dat een rol speelt is grondwaterstroming. Voor zowel open als gesloten systemen zijn de snelheid en de richting van de grondwaterstroming van belang bij het positioneren van de bronnen of bodemwarmtewisselaars. Bij een hoge grondwaterstroming kan thermische interactie tussen de warme en koude bellen optreden. Dit dient in verband met rendementsverlies te worden voorkomen. Bij gesloten systemen heeft de grondwaterstroming een positieve invloed op het thermisch functioneren. Bij onttrekking van warmte aan de bodem door een gesloten systeem koelt de bodem af. De grondwaterstroming levert een netto warmtewinst doordat het afgekoelde grondwater afstroomt en water met de natuurlijke grondwatertemperatuur wordt aangevoerd.

Ook de diepte van de grondwaterstand op de locatie is van belang. Een diepe grondwaterstand is ongunstig voor de toepassing van gesloten systemen, omdat onverzadigd zand de warmte minder goed geleid. Voor het energetisch rendement van open systemen is de grondwaterstand minder van invloed.

Tenslotte is voor open systemen de grondwaterkwaliteit van belang. De chemische samenstelling en de temperatuur van het grondwater zijn van belang voor het goed functioneren van een open systeem. Daarnaast mag een open systeem geen verzilting veroorzaken, dus moet ook gekeken worden naar de invloed op het zoet/brakgrensvlak. Aangezien bij een gesloten systeem geen grondwater wordt onttrokken, is de werking van dit systeem niet afhankelijk van de waterkwaliteit van het grondwater.

Bovengenoemde aspecten worden in deze paragraaf behandeld. Hierbij wordt aangegeven in hoeverre ze de haalbaarheid van open en gesloten bodemenergiesystemen in Nieuw Delft beïnvloeden.

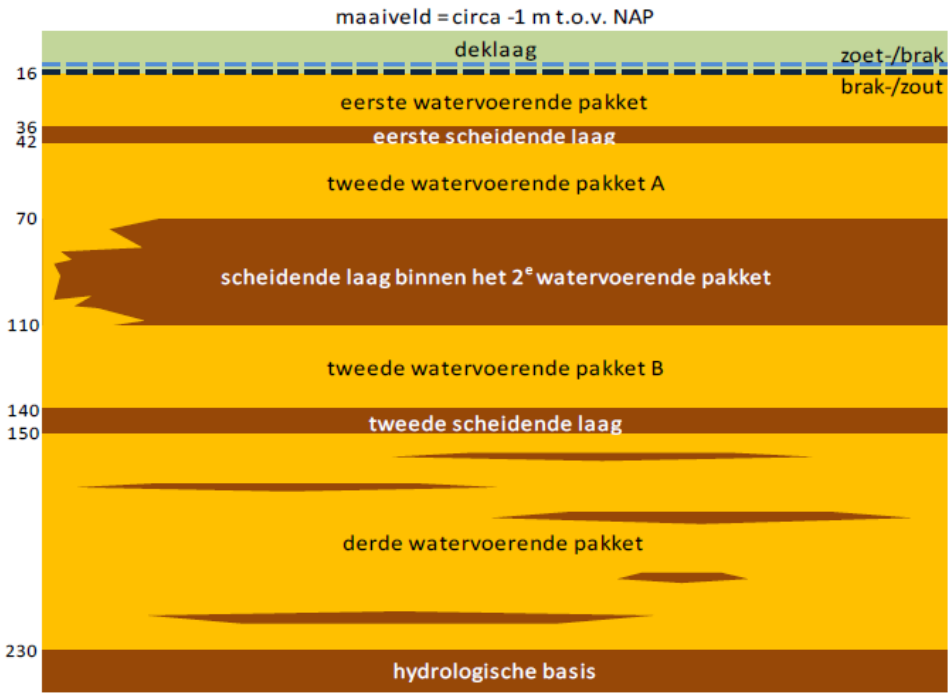
4.1.1 Bodemgeschiktheid open systemen

De bodemopbouw in de directe omgeving van Nieuw Delft 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 DINO Loket
- Boorbeschrijving van gerealiseerde open bodemenergiesystemen (Het Nieuwe Kantoor, Zuidpoort en Hoogheemraadschap van Delfland)

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd in aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen. Figuur 5 geeft de globale bodemopbouw in het projectgebied weer. Lokaal zijn grote verschillen aanwezig. De lokale bodemopbouw dient bij de vergunningaanvraag voor een individueel systeem nader te worden beschouwd.

Figuur 5
Schematisatie bodemopbouw



Eerste watervoerende pakket

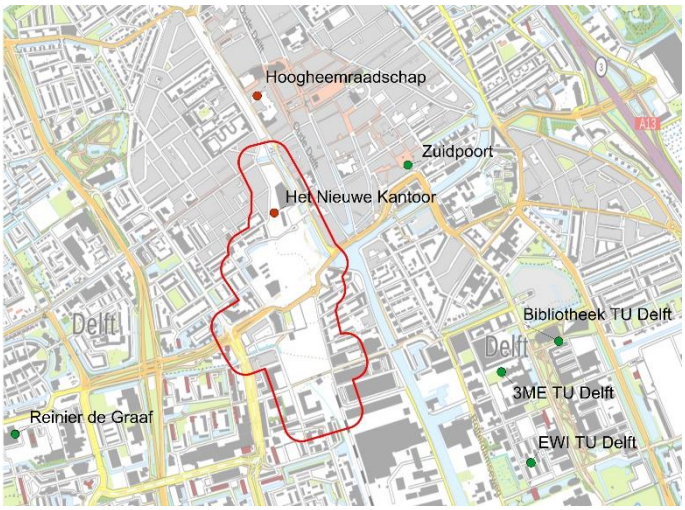
Het eerste watervoerende pakket bestaat uit matig grof tot zeer grof zand. Dit pakket heeft een dikte van circa 20 meter. Vanwege de ondiepe ligging en beperkte dikte is dit pakket niet geschikt voor de beoogde grootschalige toepassing van open bodemenergie.

Daarnaast is het in de provincie Zuid-Holland in principe niet toegestaan gebruik te maken van het eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen in stedelijk gebied. Hiervan kan afgeweken worden als een bodemenergieplan opgesteld wordt voor een gebied, waarin aangetoond kan worden dat toepassing van bodemenergie in het eerste watervoerende pakket geen ondiepe belangen schaadt (beleidsregel open bodemenergiesystemen provincie Zuid Holland art 3, lid 3). Gezien de drukte qua ondergrondse bebouwing en de ondiepe ligging van het pakket, is het gebruik van het eerste watervoerende pakket in het plangebied Nieuw Delft niet mogelijk.

Eerste scheidende laag

De dikte en aanwezigheid van de eerste scheidende laag is in het plangebied onzeker. Op basis van boorbeschrijvingen van bodemenergiesystemen in de omgeving van het plangebied (Zuidpoort, TU Delft en Reinier de Graaf Gasthuis) is een duidelijk eerste scheidende laag aanwezig. In de boorbeschrijvingen van de bronnen van Het Nieuwe Kantoor en de monobron van Hoogheemraadschap van Delftland wordt de eerste scheidende laag niet of slechts beperkt aangetroffen (zie Figuur 6).

Figuur 6
Ligging open bodemenergiesystemen en aanwezigheid eerste scheidende laag (groen = aanwezig, rood = afwezig rood omkaderd = plangebied)



Tweede watervoerende pakket

De bodemopbouw van het tweede watervoerende pakket varieert op basis van de beschikbare informatie sterk. Het tweede watervoerende pakket (aanwezig tussen 40 – 140 m-mv) bestaat uit matig fijn tot zeer grof zand met wisselend losse en aaneengesloten kleilagen. De diepteligging van de kleilagen in het pakket varieert sterk op basis van de beschikbare boorbeschrijvingen. Het tweede watervoerende pakket is geschikt voor een open bodemenergiesysteem, maar de haalbare broncapaciteit van dit pakket is variabel en moeilijk op voorhand vast te stellen. Op basis van de boorbeschrijvingen en projectervaringen in Delft is een broncapaciteit tussen de 40 en 80 m³/uur te verwachten. De verwachte capaciteit van een monobron wordt geschat tussen de 15 en 25 m³/uur. Als gevolg van het mogelijk ontbreken van de eerste scheidende laag in het plangebied, kunnen de hydrologische effecten ter plaatse van de spoortunnel te groot worden bij het toepassen van een of meerdere bodemenergiesystemen in het tweede watervoerende pakket.

Derde watervoerende pakket

Het derde watervoerende pakket bestaat uit matig fijn tot matig grof zand. In het derde watervoerende pakket (150 – 230 m-mv) is de toepassing van open bodemenergiesystemen mogelijk. Er is echter beperkt informatie beschikbaar over de opbouw van het derde watervoerende pakket. Verwacht wordt dat een broncapaciteit tussen de 50 en 75 m³/uur haalbaar is in dit pakket. De verwachte capaciteit van een monobron wordt geschat tussen de 15 en 25 m³/uur. Vanwege de aanwezigheid van kleilagen binnen het tweede watervoerende pakket, zal bij het toepassen van open bodemenergie in het derde watervoerende pakket de hydrologische invloed ter plaatse van de spoortunnel nihil zijn.

Gevolgen bodemenergieplan

Door het risico op het ontbreken van de eerste scheidende laag, is in het bodemenergieplan uitgegaan van het toepassen van open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket. Hierdoor treedt geen beïnvloeding van de spoortunnel op.

Overige geohydrologische eigenschappen open systemen

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4
Lokale en regionale geohydrologische kenmerken

parameter		toelichting
grondwaterstand	✓	1,4 m-mv
stijghoogten	✓	1e watervoerende pakket: 10,2 m-mv 2e watervoerende pakket: 7,7 m-mv 3e watervoerende pakket: 4,5 m-mv
stromingssnelheid- en richting	!	zie onderstaand
temperatuur	✓	12-13 °C
zoet/brak/zoutgrensvlak	✓	zoet-/brak: 15 m-mv; brak-/zout: 35 m-mv

✓ geschikt of geen belemmering of geen aandachtspunt ! aandachtspunt

De stromingssnelheid van het grondwater in het tweede watervoerende pakket bedraagt circa 20 m/jaar richting het noordwesten. De grondwaterstroming in dit pakket wordt beïnvloed door de onttrekking DSM in het noordwesten van het gebied. De stromingssnelheid in het derde watervoerende pakket bedraagt maximaal 5 m/jaar in zuidoostelijke richting. Deze grondwaterstromingen vormen geen belemmering voor de toepassing van bodemenergie in het projectgebied, mits in het tweede watervoerende pakket bij de plaatsing van warme en koude bronfilters rekening met deze grondwaterstromingssnelheid en -richting gehouden wordt.

De onttrekking DSM wordt geleidelijk afgebouwd. De eerste vermindering heeft inmiddels plaatsgevonden. Hierdoor zal de stijghoogte in met name het eerste en het tweede watervoerende pakket toenemen, de grondwaterstromingsrichting wijzigen en de stromingssnelheid afnemen. Hierdoor worden stijghoogteveranderingen ter plaatse van de spoortunnel (paragraaf 4.2.7) nog kritischer.

4.1.2 Bodemgeschiktheid gesloten systemen

Voor gesloten systemen geldt dat zij wel gebruik kunnen maken van alle watervoerende pakketten en aanwezige scheidende lagen. De beperking qua gebruik zoals opgelegd bij open systemen, is hier niet van toepassing. De gesloten bodemenergiesystemen kunnen dus tot aan de onderzijde van het derde watervoerende pakket (circa 230 m-mv) gerealiseerd worden. Op deze diepte begint de hydrologische basis.

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een gesloten bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5
Lokale en regionale geohydrologische kenmerken

parameter		toelichting
grondwaterstand	✓	1,4 m-mv
stijghoogten	✓	1e watervoerende pakket: 10,2 m-mv 2e watervoerende pakket: 7,7 m-mv 3e watervoerende pakket: 4,5 m-mv
stromingssnelheid- en richting	!	zie onderstaand
temperatuur	✓	12-13 °C

✓ geschikt of geen belemmering of geen aandachtspunt ! aandachtspunt

De stromingssnelheid van het grondwater in het eerste watervoerende pakket bedraagt circa 40 m/jaar in noordwestelijke richting. De stromingssnelheid van het grondwater in het 2e watervoerende pakket bedraagt 20 m/jaar richting het noordwesten. De grondwaterstroming in deze pakketten wordt beïnvloed door de onttrekking DSM in het noordwesten van het gebied. De stromingssnelheid in het derde watervoerende pakket bedraagt maximaal 5 m/jaar in zuidoostelijke richting. Deze grondwaterstromingen vormen geen belemmering voor de toepassing van gesloten bodemenergie in het projectgebied.

De onttrekking DSM wordt op dit moment geleidelijk afgebouwd. Hierdoor zal de stijghoogte en de grondwaterstromingsrichting en -snelheid in met name het eerste en het tweede watervoerende pakket wijzigen.

4.2 Aanwezige en toekomstige belangen

Bij de toepassing van bodemenergie dient rekening gehouden te worden met reeds aanwezige en (bekende) toekomstige belangen. Belanghebbenden mogen namelijk geen ontoelaatbare negatieve invloed ondervinden van de (beoogde) bodemenergiesystemen. Het risico op negatieve interferentie wordt bepaald door de grootte en configuratie van de beoogde systemen, de bodemopbouw en de afstand (zowel verticaal als horizontaal) tot de aanwezige belangen. Bijlage 1 geeft een overzicht van de belanghebbenden in de omgeving van Nieuw Delft.

In de onderstaande paragrafen zijn de diverse belanghebbenden apart toegelicht. In deze inventarisatie zijn alle aanwezige en toekomstige belangen meegenomen die op het moment van inventariseren (maart 2017) bekend zijn. In Tabel 6 is opgenomen welk bevoegd gezag moet worden geraadpleegd om informatie in te winnen over het betreffende belang.

Tabel 6
Bevoegd gezag per belang

belang	bevoegd gezag
milieubeschermingsgebied voor grondwater	provincie Zuid-Holland
grondwatergebruik (open systemen) en overigens grondwatergebruikers	provincie Zuid-Holland | Hoogheemraadschap van Delftland
gesloten bodemenergiesystemen	gemeente Delft
verontreinigingen en aardkundige waarden	gemeente Delft
natuur	provincie Zuid-Holland
archeologie	gemeente Delft
waterkeringen	Hoogheemraadschap van Delfland
infrastructuur	gemeente Delft en Prorail (spoortunnel)
kabels en leidingen	gemeente Delft

4.2.1 Milieubeschermingsgebied voor grondwater

Het plangebied is niet gelegen binnen een milieubeschermingsgebied voor grondwater.

4.2.2 Grondwatergebruikers

In en rondom het projectgebied zijn diverse grondwatergebruikers aanwezig. In Tabel 7 en bijlage 1 zijn de vergunde open bodemenergiesystemen in en direct nabij het plangebied Nieuw Delft opgenomen.

Tabel 7
Vergunde onttrekkingen binnen 500 meter van de projectlocatie

naam van inrichting	ligging t.o.v. projectgebied Stationsgebied	pakket	vergunde capaciteit [m³/uur]	vergunde waterhoeveelheid [m³/jaar]
Het Nieuwe Kantoor	binnen projectgebied	2/3	80	300.000
Studentenhuisvesting (monobron)	binnen projectgebied	3	20	88.000
HHS Delfland (monobron)	200 m ten noorden	2	30	150.000
Zuidpoort	500 m ten oosten	2	100	600.000

Deze permanente onttrekkingen vormen een aandachtspunt bij de vergunningaanvraag van nieuwe systemen. Hiervoor geldt dat de invloed op deze onttrekkingen moet worden gekwantificeerd. Deze onttrekkingen mogen niet nadelig worden beïnvloed.

In en nabij het plangebied kunnen ook meldingsplichtige onttrekkingen aanwezig zijn, zoals blusvoorzieningen, bronbemalingen en saneringen. Deze onttrekkingen bevinden zich in de deklaag en in het eerste watervoerende pakket en zijn meestal van tijdelijke aard. Deze

onttrekkingen zijn niet opgenomen in dit bodemenergieplan. Wel moet bij een vergunningaanvraag de invloed op de meldings- en vergunningsplichtige onttrekkingen worden gekwantificeerd. Deze onttrekkingen mogen niet nadelig worden beïnvloed.

4.2.3 Gesloten bodemenergiesystemen

Binnen het plangebied zijn meerdere gesloten bodemenergiesystemen gerealiseerd. Deze zijn weergegeven in bijlage 1. Het betreffen gesloten bodemenergiesystemen in de Coendersbuurt.

Verder is een gesloten bodemenergiesysteem (bestaande uit meerdere lussen) beoogd voor Kavel 5.

4.2.4 Verontreinigingen

Op basis van informatie van de gemeente Delft is de verontreinigingssituatie binnen het projectgebied van Nieuw Delft in beeld gebracht. De verontreinigingslocaties zijn ingetekend in bijlage 1. Hierbij is ook gekeken naar grootschalige grondwaterverontreinigingen in de directe omgeving van het projectgebied (circa 100 m).

Er is al veel gesaneerd in het Spoorzonegebied. Er zijn geen grootschalige grondwaterverontreinigingen meer aanwezig. Wel nog enkele kleine grondwaterverontreinigingen, welke mogelijk nog gesaneerd worden.

Tijdens de aanleg van de tunnelbak zijn de grondverontreinigingen binnen de tunnelbak geheel verwijderd en buiten de tunnelbak veelal gesaneerd tot maximale ontgravingsdiepte van 1,5 m-NAP. Deze grondverontreinigingen vormen een aandachtspunt voor de realisatie van een bodemenergiesysteem in verband met het doorboren van de verontreiniging.

Buiten het projectgebied is een grondwaterverontreiniging aanwezig ter plaatse van de Nieuwe Schoolstraat. Deze wordt door de gemeente gemonitord om te bepalen of deze stabiel is. Het betreft een grondwaterverontreiniging in het freatische grondwater (tot 5,5 m-mv).

Bij toepassing van een open bodemenergiesysteem in het tweede en derde watervoerende pakket worden de aanwezige verontreinigingen cumulatief niet negatief beïnvloed. Hiermee vormen ze geen belemmering voor de toepassing van bodemenergie.

Bij iedere vergunningaanvraag moeten de aanwezige verontreinigingen nader worden geïnventariseerd en moet worden aangetoond dat deze verontreinigingen cumulatief niet negatief worden beïnvloed.

Bij realisatie van de bronnen en het leidingwerk zal conform de geldende regels (o.a. BRL 2100 en protocol 2101) gehandeld worden. Dit betekent dat de aannemer op de hoogte dient te zijn van de verontreinigingssituatie ter plaatse en in geval van het aanwezig zijn of het aantreffen van verontreinigingen de maatregelen neemt die hiervoor bepaald zijn.

4.2.5 Natuurgebieden

In en binnen 250 m van het projectgebied van Nieuw Delft is geen beschermd natuurmonument of een Vogel- of Habitatrichtlijngebied gelegen. Het projectgebied is niet gelegen binnen een gebied dat deel uitmaakt van de (Provinciaal) Ecologische Hoofdstructuur.

4.2.6 Archeologie

Op vijf locaties binnen Nieuw Delft (zie bijlage 1) is nog sprake van een (op basis van vooronderzoek) aangetoonde archeologische verwachting. Hier is nader archeologisch onderzoek nodig, voorafgaand aan alle vormen van bodemingrepen.

Indien er bodemverstorende werkzaamheden worden gepland op de locaties waar momenteel nog sprake is van een aangetoonde archeologische verwachting, dient er tijdig contact op te worden genomen met Archeologie Delft (via M. Kerkhof, mkerkhof@delft.nl of 06-53988767). Er zal dan nader worden bekeken of er op een bepaalde locatie nog archeologisch onderzoek moet worden uitgevoerd en zo ja, in welke vorm. In de planvorming dient dus rekening te worden gehouden met de eventuele doorlooptijd van archeologisch onderzoek.

Binnen het plangebied dient te alle tijden rekening te worden gehouden met de algemene meldingsplicht bij het aantreffen van oudheden. Op basis van paragraaf 5.4 van de Erfgoedwet moet iedereen die, anders dan bij het doen van archeologisch onderzoek, iets vindt waarvan hij/zij weet of kan vermoeden dat het een (roerend of onroerend) monument betreft, dit melden bij de minister van OCW (in deze, bij Archeologie Delft). Indien het bevoegd gezag van mening is dat dit noodzakelijk is, moet er tijd en ruimte geboden worden de resten te onderzoeken, te documenteren en eventueel veilig te stellen. Het niet melden van het aantreffen van oudheden is een overtreding van de Erfgoedwet met als mogelijke

consequentie het intrekken van een verleende omgevingsvergunning of het opleggen van een geldboete.

4.2.7 Waterkeringen

Aan beide zijden van de Westsingelgracht en de Buitenwatersloot is een beschermingszone van de waterkering aanwezig (zie bijlage 1). Bij de ordening van de bodemenergiesystemen wordt rekening gehouden met de (ondiepe) belangen, waardoor de invloed van de bodemenergiesystemen op de grondwaterstand nihil is. Het in gebruik hebben van de bodemenergiesystemen heeft daarom geen invloed op de waterkeringen.

Het uitvoeren van werken in de kade en de beschermingszone is alleen mogelijk, wanneer hiervoor een vergunning is aangevraagd. Hierbij wordt gekeken of de veiligheid van de kade in het geding is. De beschermingszone vormt geen belemmering. Wel kunnen er extra eisen gesteld worden aan de realisatie van het bodemenergiesysteem om de veiligheid van de waterkering te borgen. Hierbij kan gedacht worden aan het toepassen van een casing, eisen aan het gebruik van boorspoeling en aanvullen van het boorgat. Dit dient per project in overleg met het hoogheemraadschap bepaald te worden.

4.2.8 Infrastructuur

Binnen het plangebied ligt de spoortunnel (zie bijlage 1). Deze spoortunnel is gerealiseerd tot een diepte van maximaal 10 m-mv (deklaag). Voorkomen dient te worden dat schade aan de spoortunnel optreedt als gevolg van zettingen. Een andere eis is dat er geen hydrologische effecten optreden ter plaatse van de spoortunnel om risico op opdrijving te voorkomen. Daarom is tot een afstand van 20 m vanaf de tunnel een vergunning nodig voor de aanleg van een bodemenergiesysteem. Deze kan worden aangevraagd bij Prorail.

4.2.9 Kabels en leidingen

Aanwezige en toekomstige kabels en leidingen vormen een aandachtspunt voor de inpassing van de bronnen en bijbehorend leidingwerk van bodemenergiesystemen. Het is noodzakelijk om de mogelijkheden voor aanleg van bronnen en bijbehorende leidingwerk tijdig met de gemeente Delft af te stemmen. Voor aanleg van het leidingwerk in de openbare ruimte is mogelijk een vergunning noodzakelijk. In dit bodemenergieplan zijn de aanwezige kabels en leidingen niet geïnventariseerd en opgenomen.

5

Uitwerking bodemenergieplan

5.1 Energetische uitgangspunten

De toekomstige energievraag in het projectgebied is zo goed als mogelijk ingeschat op basis van circa 200 grondgebonden woningen, 1.750 appartement(equivalenten) en circa 25.000 m² aan commerciële ruimten in Nieuw Delft. Hiervoor is gebruik gemaakt van gegevens en informatie van de gemeente Delft.

De toekomstige warmtevraag voor ruimte- en tapwaterverwarming en de koudevraag van de woningen, appartementen en commerciële ruimten (tot 5.000 m²) is bepaald door het oppervlak te vermenigvuldigen met kentallen voor verwarming en koeling. Deze kentallen zijn afkomstig uit de Uniforme Maatlat (versie 4.01) van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). In basis wordt hierbij een kental van 25 kWh/m² voor ruimteverwarming en koeling van de woningen en appartementen gehanteerd. Vooralsnog is dit het kental van het maximaal toegestane energieverbruik die bij de invoering van de BENG[2] in 2021 zal gelden.

Om voldoende ruimte te reserveren en rekening te houden met een mogelijk hogere energievraag door veranderende invulling van de kavels, is de warmtevraag voor ruimteverwarming verhoogd. Dit is gebaseerd op de huidige gebruikservaring van ontwikkelingen binnen Nieuw Delft (o.a. Coendersbuurt) en een verhoging van de vraag met een bepaald percentage. Voor woningen die tot 2021 worden gerealiseerd is de warmtevraag voor ruimteverwarming met 50% verhoogd. Voor woningen die gerealiseerd worden vanaf 2021, is de warmtevraag voor ruimteverwarming met 30% verhoogd.

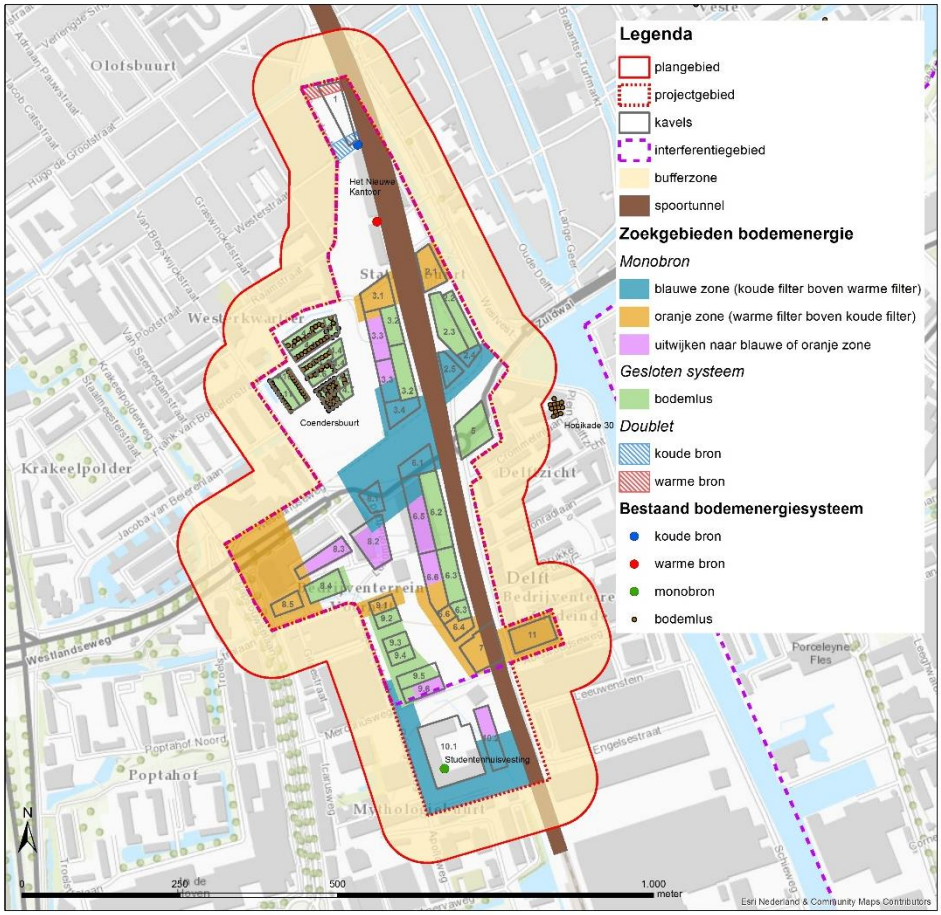
Een samenvattend overzicht van de toekomstige bebouwing, alsmede de resulterende warmte- en koudevragen, de energiehoeveelheden en de waterhoeveelheden bij open systemen is ter informatie in bijlage 2 opgenomen.

5.2 Plankaart

Figuur 7 geeft het ordeningsplan voor Nieuw Delft weer. In bijlage 3 is deze kaart op A3 formaat weergegeven.

[2] Bijna Energie Neutraal Gebouw

Figuur 7
Plankaart



Het ordeningsplan is uitgelegd op de toepassing van monobronnen in het derde watervoerende pakket en de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen voor grondgebonden woningen. Uitzondering hierop is de toepassing van een doubletsysteem in deelgebied 1 in verband met de aansluiting met het bestaande bodemenergiesysteem van Het Nieuwe Kantoor. Een nadere onderbouwing van de keuze van het opslagpakket en wijze van ordening wordt hieronder gegeven.

Onderbouwing opslagpakket

Door het lokaal ontbreken van de eerste scheidende laag en de onzekerheid met betrekking tot de verbreiding en dikte van deze scheidende laag (zie paragraaf 4.1.1) is in het bodemenergieplan uitgegaan van het toepassen van open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket. Hierdoor worden ondiepe belangen, waaronder de spoortunnel, niet beïnvloed wanneer binnen Nieuw Delft maximaal ingezet wordt op het gebruik van bodemenergie.

Onderbouwing type bodemenergiesysteem

Het projectgebied is verdeeld in kavels, die op hun beurt ook weer onderverdeeld zijn in sub-kavels (zie bijlage 1). Uit de huidige ontwikkelingen in het projectgebied blijkt dat per sub-kavel de ontwikkelaar kan verschillen. De gemeente heeft derhalve de wens geuit dat per (sub) kavel gebruik kan worden gemaakt van een eigen bodemenergiesysteem. Uit de huidige praktijk blijkt dat, met name in het noordelijke gedeelte van het projectgebied, er geen of beperkt sprake zal zijn van (klein) collectieve bodemenergiesystemen. De ontwikkeling van het zuidelijke gedeelte van Nieuw Delft zal op langere termijn plaatsvinden. Wellicht dat hier enige vorm van collectiviteit nog wel optreedt. Het plan wordt zodanig ingericht dat zowel individuele toepassing als klein collectieve systemen mogelijk zijn. Gezien de beperkte benodigde broncapaciteiten in de kavels, wordt in het gehele ordeningsplan uitgegaan van het gebruik van monobronnen. Uitzondering hierop is deelgebied 1. In dit deelgebied is uitgegaan van een doublet. Indien men in de overige deelgebieden een groter debiet nodig heeft kan men twee monobronnen plaatsen of bijvoorbeeld uitwijken naar het tweede watervoerend pakket (zie hieronder).

De mogelijkheid bestaat dat voor het zuidelijke gedeelte van Nieuw Delft uiteindelijk wel de wens aanwezig is voor (klein) collectieve bodemenergiesystemen. Bijvoorbeeld in het geval dat meerdere sub-kavels toch een gezamenlijk bodemenergiesysteem willen realiseren. In dat geval kan het toepassen van een doubletsysteem interessanter zijn. Geadviseerd wordt om tegen de tijd dat de ontwikkeling van het zuidelijke deel speelt te kijken of het huidige ordeningsplan past binnen de wensen binnen het gebied.

Zonering

De plankaart geeft middels een zonering aan wat de voorkeurslocaties zijn voor het plaatsen van de monobronnen en bodemlussen in het gebied. In het plan zijn vier zones aangegeven:

- Oranje: in deze zones mag gebruik worden gemaakt van monobronnen in het 3e watervoerend pakket, waarbij het warme bronfilter boven het koude bronfilter wordt geplaatst.
- Blauw: in deze zones mag gebruik worden gemaakt van monobronnen in het 3e watervoerende pakket, waarbij het koude bronfilter boven het warme bronfilter wordt geplaatst.
- Groen: in de groene zones mogen alleen gesloten systemen worden geplaatst.
- Paars: in de paarse zones dient voor een open bodemenergiesysteem (monobron) uitgeweken te worden naar de oranje en blauwe zones.

De blauwe en oranje zones worden afgewisseld om de hydrologische effecten te reduceren en de invloed op andere belangen en de systemen onderling te beperken.

Aanvullend op bovenstaande zoneringen is ter plaatse van deelgebied 1 een zoekgebied voor een koude bron (blauw gearceerde zone) en een zoekgebied voor een warme bron (rood gearceerde zone) weergegeven.

De gebruiksregels behorende bij de plankaart zijn opgenomen in paragraaf 5.3.1 (voor open bodemenergiesystemen) en paragraaf 5.3.2 (voor gesloten bodemenergiesystemen).

5.3 Gebruiksregels

Onderstaande gebruiksregels leggen bepaalde voorwaarden op aan de toepassing van de verschillende vormen van bodemenergie. Deze voorwaarden zijn aanvullend op de voorwaarden die gesteld worden vanuit het bestaand wettelijk kader (zie paragraaf 3.1 en 3.2). Alle ontwikkelende partijen die in het gebied een systeem met bodemenergie toepassen, dienen zich te houden aan deze gebruiksregels[3]. De gebruiksregels bestaan uit regels voor open systemen en regels voor gesloten systemen.

5.3.1 Gebruiksregels open systemen

Voor open bodemenergiesystemen geldt het bestaand wettelijk kader. Dit betekent dat voor ieder open systeem de vergunning Waterwet moet worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (provincie Zuid-Holland). Voor vragen hierover kunt u contact opnemen met het bevoegd gezag.

[3] Bij vaststelling van dit bodemenergieplan als beleidsregel door de bevoegde gezagen zijn de regels juridisch bindend.

Te allen tijde zijn voor het installeren en het in werking hebben van een open systeem de wettelijke vergunningvoorschriften van toepassing, zoals deze in artikel 6.11a tot en met 6.11i in het Waterbesluit staan omschreven.

De specifieke gebruiksregels voor open systemen in het plangebied van Nieuw Delft zijn:

1. Het open systeem dient te worden uitgevoerd als een monobronsysteem. Gebruik dient te worden gemaakt van het opslagprincipe (geen recirculatie) in het derde watervoerende pakket (tussen 150 en 230 m-mv). De monobronnen dienen te worden geplaatst in de oranje of blauwe zoekgebieden.
2. Uitzondering op regel 1: het open systeem van veld 1 mag worden uitgevoerd als doubletsysteem, waarbij grondwater wordt onttrokken aan en wordt geïnfiltreerd in het derde watervoerende pakket (tussen 150 en 230 m-mv).
3. De bronnen dienen zoveel mogelijk op of nabij het eigen kavel in de bodem te worden aangebracht.
4. De horizontale afstand tussen twee monobronnen dient minimaal 15 m te bedragen.
5. De afstand tussen een bron van een open systeem en de grens van een kavel met een toekomstig te realiseren of reeds gerealiseerde gesloten systeem dient minimaal 7,5 m te bedragen.
6. Binnen de oranje zones wordt het warme bronfilter boven het koude bronfilters geplaatst.
7. Binnen de blauwe zones wordt het koude bronfilter boven het warme bronfilter geplaatst.
8. Het bodemenergiesysteem bereikt uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikneming een moment waarop de hoeveelheid koude, die door het systeem aan de bodem is toegevoegd, ten minste 100% en ten hoogste 115% bedraagt ten opzichte van de hoeveelheid warmte, die vanaf die datum door het systeem aan de bodem is toegevoegd. Het systeem herhaalt dit telkens uiterlijk vijf jaar na het laatste moment waarop die situatie werd bereikt.
9. Indien wordt afgeweken van bovenstaande gebruiksregels, dient het ontwerp van het open systeem én het in werking hebben van het open systeem afgestemd te worden op reeds aanwezige, geplande en verwachte bodemenergiesystemen zodat doelmatig gebruik wordt gemaakt van de ondergrond en onderlinge negatieve interferentie wordt beperkt / voorkomen. Dit dient middels berekeningen te worden onderbouwd en ter goedkeuring te worden voorgelegd aan het bevoegd gezag (provincie Zuid-Holland / Omgevingsdienst Haaglanden). Indien een open systeem

wordt toegepast in het tweede watervoerende pakket (tussen 42 en 140 m-mv), zal naast bovenstaande berekeningen specifiek aangetoond dienen te worden dat het open systeem geen negatieve invloed heeft op de aanwezige spoortunnel of ondergrondse infrastructuur. Door het bevoegd gezag zal beleidsmatig worden afgewogen of het systeem past in het plangebied.

De specifieke gebruiksregels voor open systemen die na vaststelling van dit plan in de bufferzone rondom het projectgebied van Nieuw Delft gerealiseerd worden zijn:

1. Het systeem dient aan te sluiten op de ordening binnen het projectgebied.

5.3.2 Gebruiksregels gesloten systemen

Voor gesloten bodemenergiesystemen geldt het bestaand wettelijk kader. Dit betekent dat voor ieder gesloten systeem, naast de melding (Besluit lozen buiten inrichting of Activiteitenbesluit milieubeheer) de Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets moet worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (gemeente Delft).

Te allen tijde zijn voor het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen de algemene regels ten aanzien van bodemenergiesystemen, hoofdstuk 3a uit het Besluit lozen buiten inrichting en paragraaf 3.2.8 uit het Activiteitenbesluit milieubeheer van toepassing.

De specifieke gebruiksregels voor gesloten systemen in het interferentiegebied van Nieuw Delft zijn:

1. Het gesloten bodemenergiesysteem dient te worden uitgevoerd als een *verticaal* gesloten systemen, bestaande uit verticaal in de bodem aangebrachte bodemlussen. *Niet* zijnde heipalen met hierin bodemwarmtewisselaars. Het gesloten systeem dient geplaatst te worden in de groene zoekgebieden.
2. Het *aantal* bodemlussen per systeem dient tot een minimum te worden beperkt. Hierdoor worden diepe bodemlussen verkregen met een zo groot mogelijke onderlinge afstand tussen de bodemlussen.
   Bijvoorbeeld: 1 lus tot 180 m-mv in plaats van 2 lussen tot 90 m-mv om zo de horizontale inpassing van alle gesloten systemen te optimaliseren.
3. Gesloten systemen zijn alleen toegestaan voor grondgebonden (eensgezins)woningen in kavels 2.2, 2.3, 3.2, 4.1 t/m 4.11, 6.2, 6.3, 8.4, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 11.2 en 11.3 (zie kaart in bijlage 3) en veld 5.

4. De bodemlussen dienen per systeem op eigen kavel in de bodem te worden aangebracht.
5. Om de juiste afstand te bepalen tussen bodemlussen dient de volgende rekenregel in acht te worden genomen: de afstand tussen elke afzonderlijke bodemlus bedraagt minimaal 5,0 m bij een maximale diepte tot 100 m-mv en neemt lineair toe tot minimaal 7,5 m bij een diepte van 230 m-mv.
6. Indien het gesloten bodemenergiesysteem voldoet aan regel 1 tot en met 5, is het toegestaan om met het computerprogramma Earth Energy Designer (EED)[4] per gesloten systeem het aantal en de diepte van de bodemlussen te berekenen, zonder dat rekening wordt gehouden met andere bodemenergiesystemen in de omgeving. Voor deze berekening geldt als uitgangspunt dat de gemiddelde temperatuur van de circulatievloeistof in de bodemlussen gedurende een periode van 50 jaar te allen tijde hoger is dan:
    a. + 2,5°C voor gesloten systemen in de kavels 3.2, 4.1 t/m 4.11, 11.2 en 11.3
    b. + 5,0°C voor gesloten systemen in de kavels 2.2, 2.3, 6.2, 6.3 en 8.4
    c. + 7,0°C voor gesloten systemen in de kavels 9.2, 9.3, 9.4, 9.5 en 9.6
7. De EED-berekening uitgevoerd bij regel 6 dient als bijlage bij de melding / vergunningaanvraag te worden toegevoegd.
8. Indien wordt afgeweken van bovenstaande gebruiksregels, dient het ontwerp van het gesloten systeem én het in werking hebben van het gesloten systeem afgestemd te worden op reeds aanwezige, geplande en verwachte bodemenergiesystemen zodat doelmatig gebruik wordt gemaakt van de ondergrond en onderlinge negatieve interferentie wordt beperkt / voorkomen. Dit dient middels (interferentie)berekeningen te worden onderbouwd en ter goedkeuring te worden voorgelegd aan de gemeente Delft. Door het bevoegd gezag zal beleidsmatig worden afgewogen of het systeem past in het plangebied.

[4] of met een gelijkwaardig programma (gelijkwaardigheid bij vergunningaanvraag aantonen).

6

Effecten

Om een indicatie te geven van de te verwachten effecten in Nieuw Delft, zijn berekeningen uitgevoerd. De resultaten van de berekeningen in dit hoofdstuk tonen aan dat de cumulatieve effecten van alle beoogde bodemenergiesystemen tezamen binnen Nieuw Delft acceptabel zijn in die zin dat ze geen andere belangen negatief beïnvloeden en tonen aan dat de bodemenergiesystemen onderling niet negatief interfereren. De bestaande bodemenergiesystemen binnen het projectgebied zijn niet meegenomen in de berekening, zodat de invloed van de nieuwe bodemenergiesystemen op de bestaande systemen berekend kan worden. De grootte van de uiteindelijke effecten is afhankelijk van de mate van toepassing van bodemenergie in het gebied. Bij een toekomstige vergunningaanvraag zal per systeem berekend moeten worden of de effecten acceptabel zijn binnen de belangenafweging van de vergunningaanvraag Waterwet. De berekeningen hieronder geven echter al een indicatie wat kan worden verwacht.

6.1 Hydrologische effecten

Om de hydrologische effecten te berekenen, is gebruik gemaakt van het hydrologische softwarepakket MLU voor Windows (Multi Layer Unsteady state). Meer informatie over MLU is te vinden op www.microfem.com. Tabel 8 toont de bodemparameters die zijn aangehouden in het model. Deze parameters zijn gebaseerd op REGIS, boorbeschrijvingen uit DINOLoket en informatie van gerealiseerde bodemenergiesystemen in de omgeving. Gezien de onzekerheid in de bodemopbouw (zie paragraaf 4.1) is een worst-case inschatting van de parameters aangehouden.

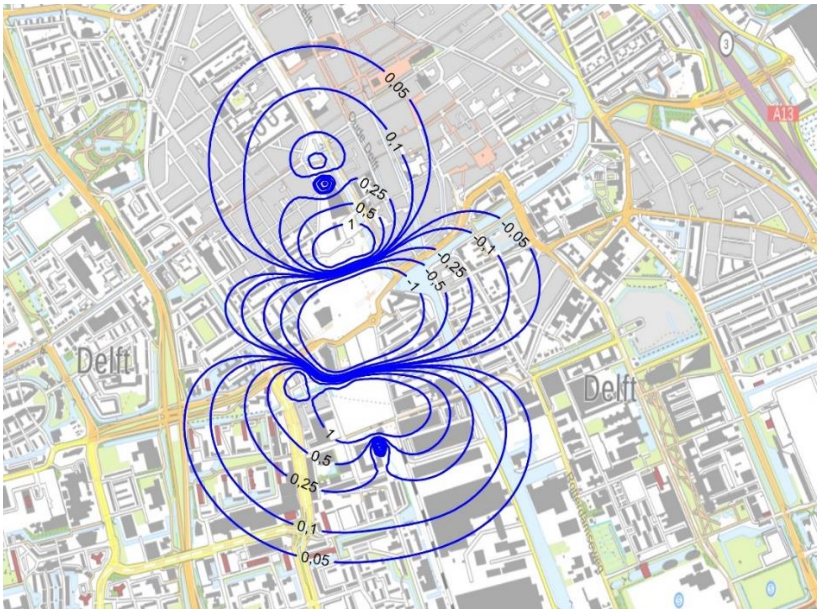
Uit de berekening volgt dat de invloed op de grondwaterstand en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket beperkt is (<0,01 meter). In Figuur 8 zijn de hydrologische effecten in het opslagpakket (derde watervoerende pakket) weergegeven.

Tabel 8
Bodemparameters voor MLU model

diepte [m-mv]	toelichting	doorlaatvermogen [m²/d]	weerstand [dagen]
0 – 16	deklaag	-	1.000
16 – 36	eerste watervoerende pakket	500	-
36 – 42	eerste scheidende laag	-	50
42 – 70	tweede watervoerende pakket A	375	-
70 – 110	slecht doorlatend deel tweede watervoerende pakket	-	1.000
110 – 140	tweede watervoerende pakket B	300	-
140 – 150	tweede scheidende laag	-	500
150 – 170	derde watervoerende pakket (bovenste filter monobron)	220	-
170	fictieve scheidende laag	-	250 [a]
170 - 210	derde watervoerende pakket	310	-
210	fictieve scheidende laag	-	250 [a]
210 - 230	derde watervoerende pakket (onderste filter monobron)	220	-
>230	hydrologische basis	-	∞

[a] verdiscontering van de weerstand binnen het watervoerende pakket

Figuur 8
Hydrologische effecten



Het hydrologisch invloedsgebied (afstand vanaf een bron tot waar de invloed 0,05 meter bedraagt) in het derde watervoerend pakket is maximaal 500 meter. Opgemerkt moeten worden dat de invloed wijzigt, wanneer andere bronlocaties gekozen worden.

6.1.1 Effecten op belangen

Binnen het berekende hydrologische invloedsgebied bevinden zich de open bodemenergiesystemen van Het Nieuwe Kantoor en Studentenhuisvesting die binnen het plangebied zijn gelegen. Ook het bodemenergiesysteem van Hoogheemraadschap van Delfland, welke buiten het plangebied ligt, ligt binnen het hydrologisch invloedsgebied. De hydrologische invloed op deze bodemenergiesystemen bedraagt respectievelijk 1,0 m, 0,4 m en 0,1 m. Binnen het ontwerp van een bodemenergiesysteem wordt rekening gehouden met mogelijk toekomstige bodemenergiesystemen, waardoor technisch gezien een extra stijghoogteverandering opgevangen kan worden. Wel dient hier in de bedrijfsvoering van deze systemen rekening mee gehouden te worden door alarmniveaus (range waarbinnen stijghoogteveranderingen binnen een systeem aan moeten voldoen) aan te passen op basis van de uiteindelijk gerealiseerde bodemenergiesystemen en de invloed van deze systemen.

Binnen het invloedsgebied bevinden zich geen andere, dan de hierboven genoemde, omgevingsbelangen die door de bodemenergiesystemen negatief beïnvloed zouden kunnen worden.

6.1.2 Effect op systemen binnen bodemenergieplan

De bodemenergiesystemen hebben onderling invloed op elkaar. Aanbevolen wordt om in het bronontwerp rekening te houden met extra stijghoogteverandering ten gevolge van de omliggende (bestaande en toekomstige) systemen. Het is gebruikelijk om voor de aanvraag van een nieuw bodemenergiesysteem direct omliggende eigenaren van bodemenergiesystemen te informeren en eventuele beïnvloeding af te stemmen.

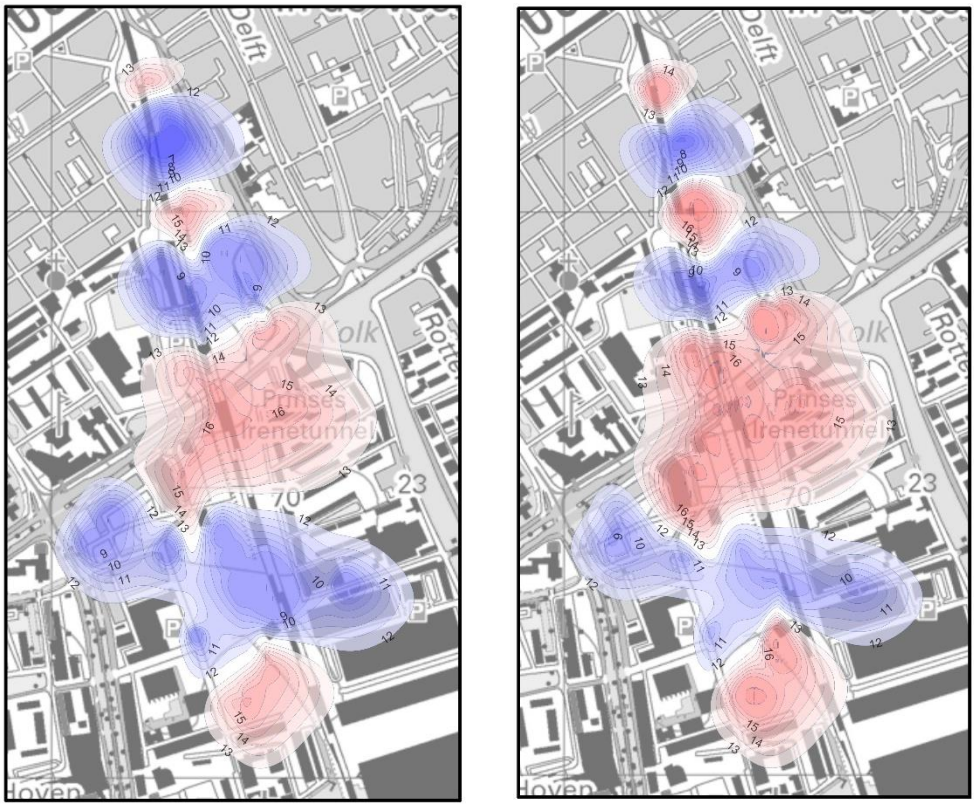
6.2 Thermische effecten

Om de thermische effecten van de bodemenergiesystemen te berekenen is gebruik gemaakt van HstWin-2D. De randvoorwaarden in het HstWin-2D-model zijn gebaseerd op de geohydrologische beschrijving in paragraaf 4.1. Voor de waterverplaatsingen van de open bodemenergiesystemen is uitgegaan van de uitgangspunten uit bijlage 2.

In het thermische model zijn ook de gesloten bodemenergiesysteem in het noordelijke deel van het projectgebied (de kavels 2.2, 2.3 en 3.2) meegenomen. Dit is gedaan om de invloed van open bodemenergiesystemen op gesloten bodemenergiesystemen en andersom te bepalen. Daarnaast zijn ook de bestaande open bodemenergiesystemen in het projectgebied (Het Nieuwe Kantoor en Studentenhuisvesting) meegenomen in de berekening.

In Figuur 9 zijn de thermische effecten ter hoogte van het onderste bronfilter van de monobronnen na 30 jaar opslag weergegeven. De thermische effecten blijven beperkt tot een afstand van circa 175 m van de bronnen. Als gevolg van de aanwezigheid en weerstand van de tweede scheidende laag zal de temperatuur in het tweede watervoerende pakket alleen beïnvloed worden als gevolg van geleiding. Dit is een traag proces en zal daarom niet leiden tot grote temperatuurveranderingen in het tweede watervoerende pakket.

Figuur 9
Thermische effecten einde winter (links) - en einde zomer (rechts)



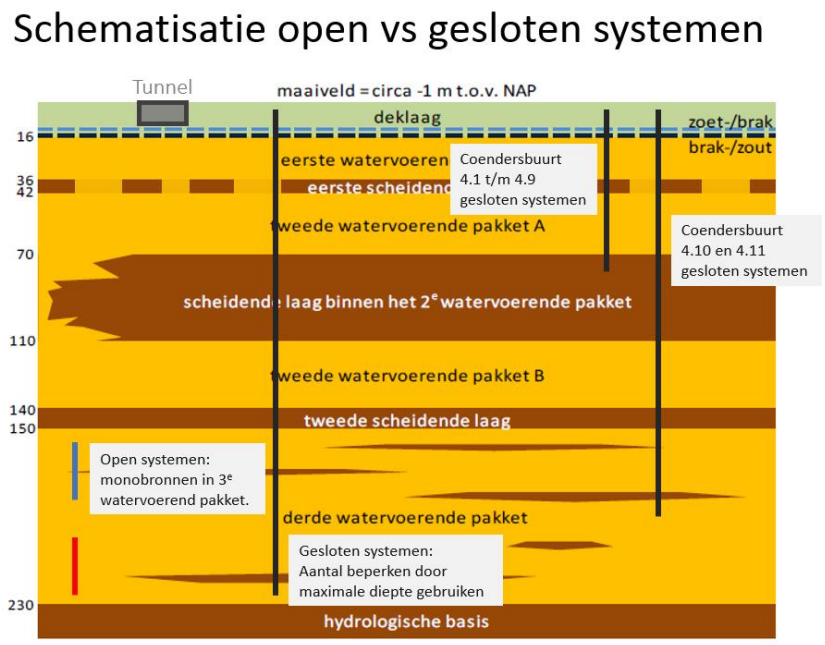
6.2.1 Effecten op belangen

Binnen het berekende thermische invloedsgebied bevinden zich naast het open bodemenergiesysteem van Het Nieuwe Kantoor en Studentenhuisvesting en de gesloten bodemenergiesystemen in de Coendersbuurt geen andere omgevingsbelangen die door de bodemenergiesystemen negatief beïnvloed worden.

De inrichting van het bodemenergieplan sluit aan op de bestaande open bodemenergiesystemen. Negatieve thermische beïnvloeding van de open bodemenergiesystemen is daarom niet aan de orde.

De bodemlussen in Coendersbuurt zijn in de kavels 4.1 t/m 4.9 gerealiseerd tot een diepte van circa 85 m-mv en overlappen daarmee niet met de bronfilters van de open bodemenergiesystemen. In de kavels 4.10 en 4.11 zijn de bodemlussen gerealiseerd tot 200 m-mv (zie figuur 10). Deze kavels liggen op grotere afstand van de beoogde open bodemenergiesystemen, waardoor de bodemlussen in deze kavels niet beïnvloed worden. Beïnvloeding van de gesloten bodemenergiesystemen van Coendersbuurt treedt daarom niet op.

Figuur 10 schematische weergaven ligging gesloten systemen Coendersbuurt

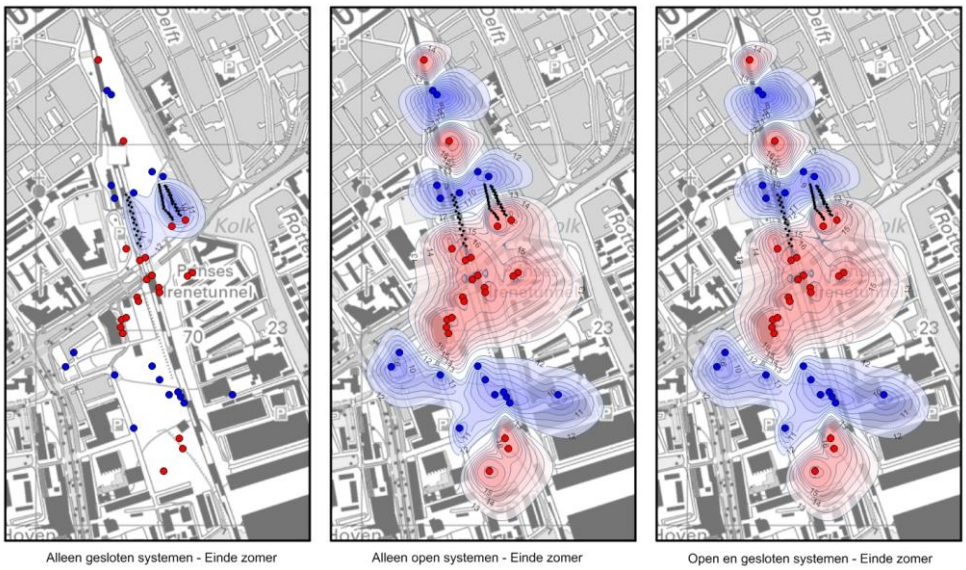


6.2.2 Effect op systemen binnen bodemenergieplan

De nieuwe bodemenergiesystemen hebben onderling invloed op elkaar. Uit de berekeningen volgt dat grote negatieve interferentie tussen de systemen niet optreedt. Bij een nieuw bodemenergiesysteem dient rekening gehouden te worden met de eventueel aanwezige vergunde systemen en moeten de thermische effecten en onderlinge beïnvloeding nader berekend worden.

Uit de thermische berekeningen blijkt dat de gesloten bodemenergiesystemen een zeer beperkte invloed hebben op de open bodemenergiesystemen. De invloed is dermate gering dat dit geen nadelige invloed heeft op het functioneren van de open bodemenergiesystemen. Dit is in figuur 11 is ook goed te zien. Uit analyse van het model blijkt dat de dichtstbijzijnde bronnen iets interactie laten zien: zowel de warme als de koude bron koelen iets af (respectievelijk 0,5 °C en 0,2 °C). Deze beïnvloeding is beperkt en veroorzaakt geen negatieve invloed in de bedrijfsvoering.

Figuur 11 thermische berekeningen open en gesloten systemen



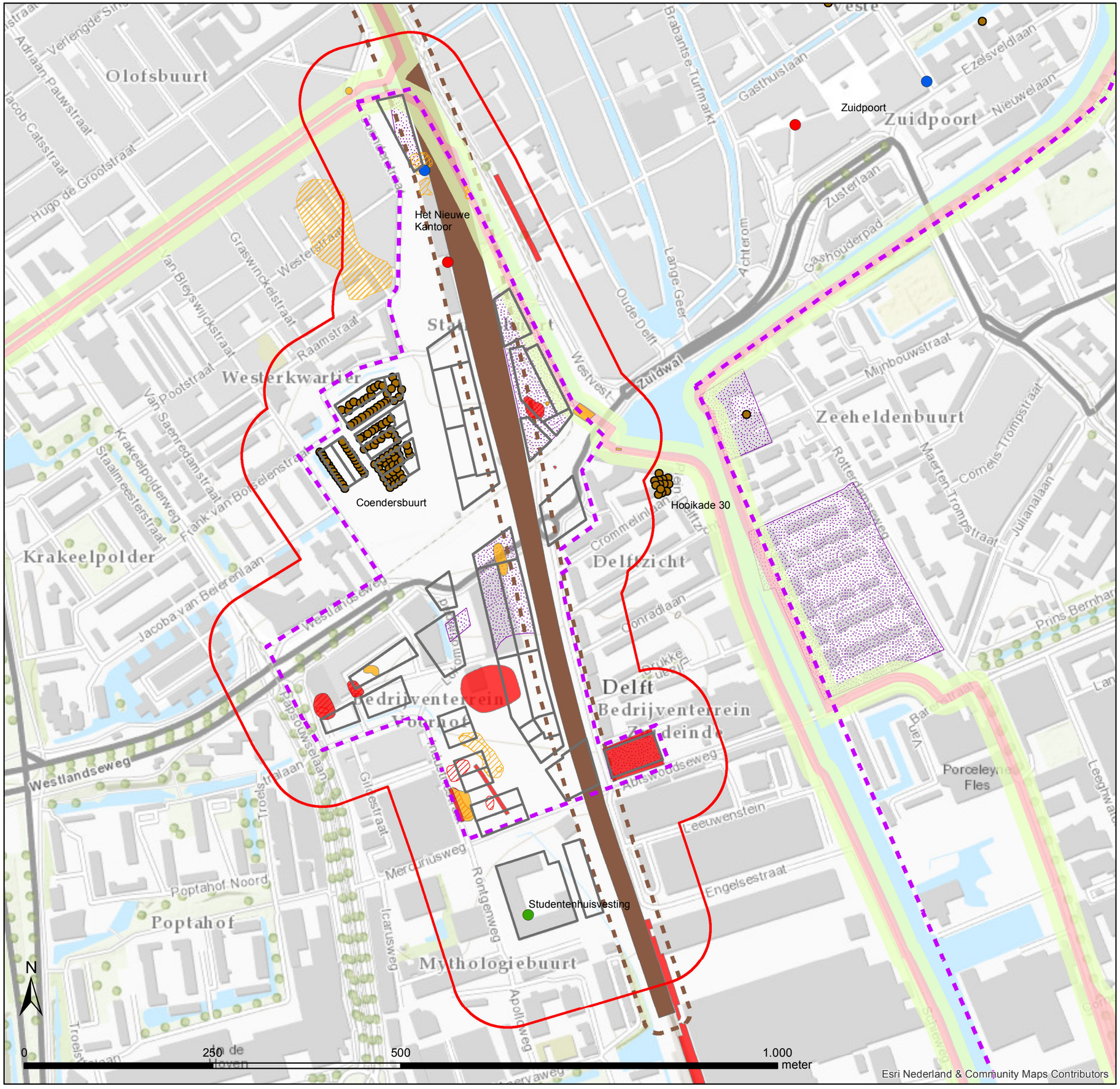
Bij de beïnvloeding van open op gesloten bodemenergiesystemen spelen een aantal factoren een rol.

- Ten eerste de invloed van het open systeem op de achtergrondtemperatuur van de bodem. In de koude bel wordt de achtergrondtemperatuur lager en in de warme bel hoger. Omdat bij een gesloten systeem vooral warmte wordt onttrokken is de invloed van de koude bel negatief en de warme bel positief. Gezien het feit dat in dit plangebied gebruik gemaakt wordt van monobronnen is er gelijktijdig sprake van afkoeling en opwarming van een deel van de lengte van de bodemlussen.
- De tweede invloedsfactor is de invloed op de stroming. Als gevolg van een open bodemenergiesysteem neemt de grondwaterstroming toe. De toename van de grondwaterstroming is positief voor het gesloten bodemenergiesysteem. Hierdoor is de netto invloed, ook binnen de koude bel, neutraal; de nadelige invloed van de afkoeling wordt gecompenseerd door de positieve invloed van de stroming.
- Als laatste wordt slechts een deel van de totale lengte van een bodemlus beïnvloed (zie ook figuur 10), doordat slecht een deel van de bodemlus overlapt met het bronfilter van de monobronnen.

Geconcludeerd wordt dat de onderlinge interferentie tussen de open en de gesloten bodemenergiesystemen zeer beperkt is en geen belemmering vormen voor het functioneren van de bodemenergiesystemen binnen het projectgebied.

Bijlage 1

Bestaande belangen



Legenda

- plangebied
- kavels
- interferentiegebied
- spoortunnel
- bufferzone spoortunnel
- archeologie

Bestaand bodemenergiesysteem

- koude bron
- warme bron
- monobron
- bodemlus

Verontreinigingen

Grond

- niet geheel gesaneerd
- niet gesaneerd

Grondwater

- niet actief gesaneerd
- niet gesaneerd

Waterkering

- buiten- en binnenbeschermingszone
- waterstaatswerk

Bodemenergieplan Nieuw Delft

Bijlage:	1
Onderwerp:	Belangen
Referentie:	66280/SB
Auteur:	H. de Jonge
Datum:	18-7-2017
Status:	definitief

Bijlage 2

Samenvattend overzicht

Samenvattend overzicht Nieuw Delft
7 juni 2017

Overzicht bebouwing

Eensgezinswoningen		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**	**TOTAAL**	
- aantal eensgezinswoningen	#	0		20	21	0	0	0	18	0	0	0	0	23	20	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	45	4	0	0	0	0	0	0	6	7	0	0	197	#
- oppervlak eensgezinswoningen	m²	0		3.500	3.675	0	0	0	4.000	0	0	0	0	5.760	5.000	0	0	0	0	0	0	0	0	4.455	0	0	0	11.250	1.000	0	0	0	0	0	0	870	1.015	0	0	40.525	m²
- gemiddeld oppervlak per woning	m²	0		175	175	0	0	0	222	0	0	0	0	250	250	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	0	250	250	0	0	0	0	0	0	145	145	0	0	206	m²
Appartementen		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**		
- aantal appartementen (MGW)	#	50	342	0	0	22	0	117	22	79	97	130	78	59	0	50	77	70	119	35	66	66	45	0	62	0	29	0	17	90	0	0	0	0	32	0	0	0	0	1.754	#
- oppervlak appartementen (MGW)	m²	5.500	10.950	0	0	2.640	0	6.445	2.420	8.690	10.670	11.612	9.625	9.000	0	6.132	9.295	8.750	15.862	4.604	8.085	8.196	5.520	0	4.030	0	3.625	0	1.530	9.000	0	0	0	0	3.983	0	0	0	0	166.164	m²
- gemiddeld oppervlak per appartement (MGW)	m²	110	32	0	0	120	0	55	110	110	110	89	123	153	0	123	121	125	133	132	123	124	123	0	65	0	125	0	90	100	0	0	0	0	124	0	0	0	0	95	m²
Commerciële ruimten		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**		
- oppervlak commercieel	m²	3.000	3.000	0	0	0	8.335	2.317	0	0	589	1.600	1.200	0	0	700	0	0	1.300	0	1.000	0	0	0	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	24.441	m²
- oppervlak totaal programma	**m²**	**8.500**	**13.950**	**3.500**	**3.675**	**2.640**	**8.335**	**8.762**	**6.420**	**8.690**	**11.259**	**13.212**	**10.825**	**14.760**	**5.000**	**6.832**	**9.295**	**8.750**	**17.162**	**4.604**	**9.085**	**8.196**	**5.520**	**4.455**	**5.030**	**0**	**3.625**	**11.250**	**2.530**	**9.000**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4.383**	**870**	**1.015**	**0**	**0**	**231.130**	**m²**

Energievraag bebouwing

Eensgezinswoningen		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**	**TOTAAL**	
- warmtevraag ruimteverwarming	MWh	0	0	100	105	0	0	0	76	0	0	0	0	142	124	0	0	0	0	0	0	0	0	127	0	0	0	321	29	0	0	0	0	0	25	29	0	0	1.076	MWh
- warmtevraag tapwaterverwarming	MWh	0	0	77	81	0	0	0	88	0	0	0	0	127	110	0	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	248	22	0	0	0	0	0	0	19	22	0	0	892	MWh
- totale warmtevraag	MWh	0	0	177	186	0	0	0	164	0	0	0	0	269	234	0	0	0	0	0	0	0	0	225	0	0	0	568	51	0	0	0	0	0	44	51	0	0	1.968	MWh
- koudevraag	MWh	0	0	21	22	0	0	0	24	0	0	0	0	35	30	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	68	6	0	0	0	0	0	5	6	0	0	243	MWh
Appartementen		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**	**TOTAAL**	
- warmtevraag ruimteverwarming	MWh	116	230	0	0	55	0	90	34	122	149	163	175	164	0	112	169	159	289	84	170	172	116	0	85	0	76	0	32	189	0	0	0	0	84	0	0	0	0	3.033	MWh
- warmtevraag tapwaterverwarming	MWh	110	219	0	0	53	0	129	48	174	213	232	193	180	0	123	186	175	317	92	162	164	110	0	81	0	73	0	31	180	0	0	0	0	80	0	0	0	0	3.323	MWh
- totale warmtevraag	MWh	226	449	0	0	108	0	219	82	295	363	395	368	344	0	234	355	334	606	176	331	336	226	0	165	0	149	0	63	369	0	0	0	0	163	0	0	0	0	6.357	MWh
- koudevraag	MWh	61	120	0	0	29	0	71	27	96	117	128	106	99	0	67	102	96	174	51	89	90	61	0	44	0	40	0	17	99	0	0	0	0	44	0	0	0	0	1.828	MWh
Commerciële ruimten		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**	**TOTAAL**	
- warmtevraag ruimteverwarming	MWh	93	93	0	0	0	259	48	0	0	12	33	32	0	0	19	0	0	35	0	31	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	699	MWh
- warmtevraag tapwaterverwarming	MWh	4	4	0	0	0	12	3	0	0	1	2	2	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	34	MWh
- totale warmtevraag	MWh	97	97	0	0	0	270	51	0	0	13	35	34	0	0	20	0	0	37	0	32	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	733	MWh
- koudevraag	MWh	28	28	0	0	0	78	22	0	0	6	15	11	0	0	7	0	0	12	0	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	230	MWh

Open bodemenergiesystemen

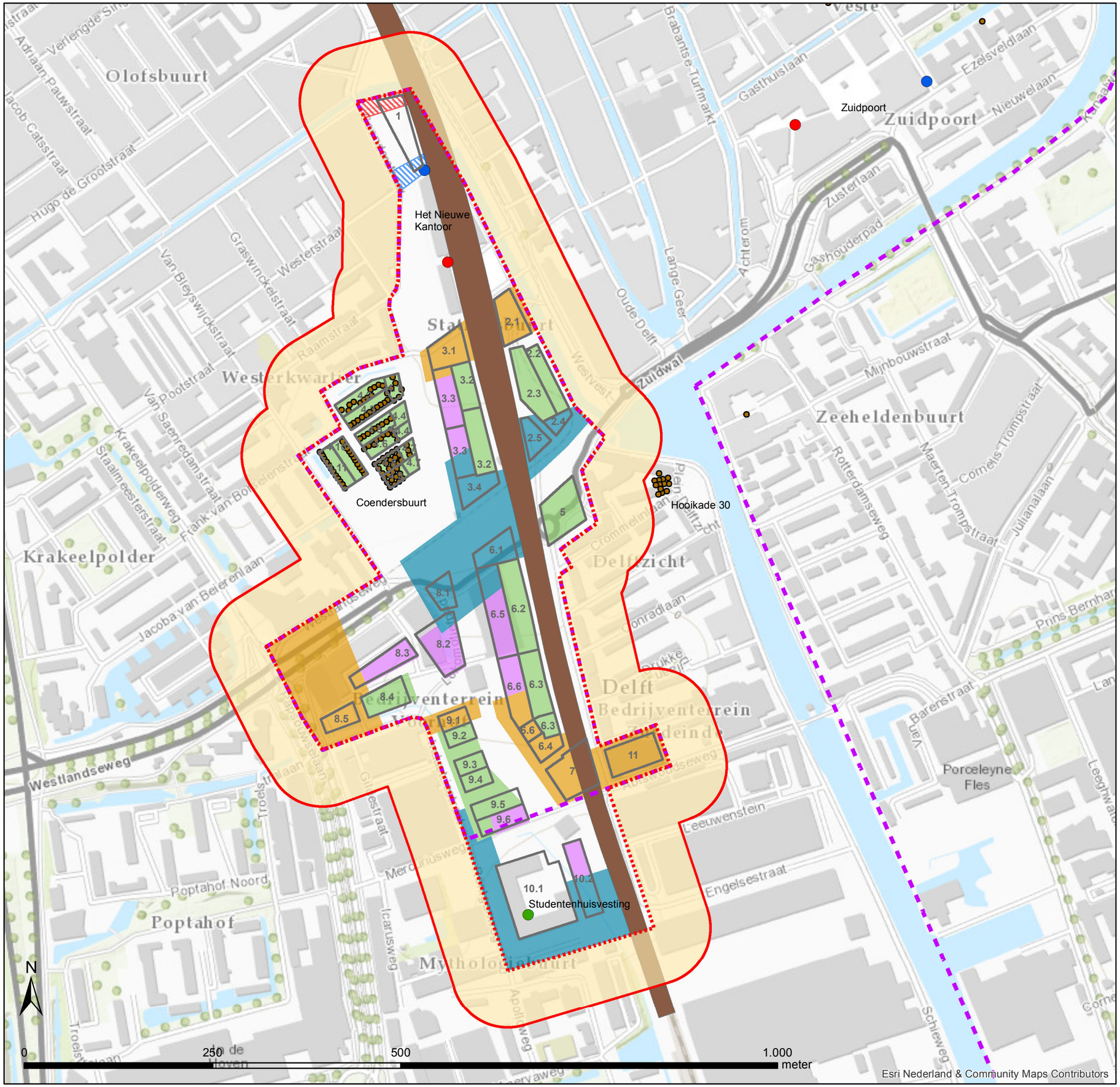
Appartementen		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**	**TOTAAL**	
Commerciële ruimten		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**	**TOTAAL**	
- warmtelevering warmtepompen	MWh	323	546			108	270	270	82	295	376	430	402	344		254	355	334	643	176	364	336	226	0	198	0	149	0	63	369	0	0	0	0	176	0	0	0	0	7.090	MWh
- warmtelevering grondwatersysteem	MWh	251	425			84	210	210	64	230	292	335	312	267		198	276	260	500	137	283	261	176	0	154	0	116	0	49	287	0	0	0	0	137	0	0	0	0	5.514	MWh
- koudelevering grondwatersysteem	MWh	89	149			29	78	93	27	96	123	143	117	99		74	102	96	187	51	98	90	61	0	54	0	40	0	17	99	0	0	0	0	48	0	0	0	0	2.058	MWh
- gem. grondwaterverpomping / seizoen	m³	36.078	61.049			12.096	30.225	30.210	9.195	33.018	41.995	48.071	44.884	38.420		28.391	39.679	37.352	71.825	19.654	40.670	37.552	25.291	0	22.091	0	16.609	0	7.010	41.236	0	0	0	0	19.700	0	0	0	0	792.299	m³
- max. grondwaterverpomping / seizoen	m³	54.118	91.573			18.144	45.338	45.315	13.792	49.526	62.993	72.107	67.326	57.629		42.587	59.518	56.028	107.738	29.481	61.004	56.328	37.937	0	33.136	0	24.913	0	10.515	61.853	0	0	0	0	29.549	0	0	0	0	1.188.448	m³

Gesloten bodemenergiesystemen

Eensgezinswoningen		**1**	**2.1**	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**5**	**6.1**	**6.2**	**6.3**	**6.4**	**6.5**	**6.6**	**7.1 T**	**7.1 W**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	**8.4**	**8.5 K**	**8.5 S**	**9.1**	**9.2 - 9.5**	**9.6**	**10b.1**	**10b.2**	**10b.3**	**10b.4**	**10b.5**	**11.1**	**11.2**	**11.3**	**11.4**	**11.5**	**TOTAAL**	
- warmtelevering warmtepompen	MWh			177	186				164					269	234									225				568	51						44	51			1.968	MWh
- warmtelevering gesloten systemen	MWh			133	139				123					202	175									169				426	38						33	38			1.476	MWh
- koudelevering gesloten systemen	MWh			21	22				24					35	30									27				68	6						5	6			243	MWh

Bijlage 3

Plankaart



Legenda

- plangebied
- projectgebied
- kavels
- interferentiegebied
- bufferzone
- spoortunnel

Zoekgebieden bodemenergie

Monobron

- blauwe zone (koude filter boven warme filter)
- oranje zone (warme filter boven koude filter)
- uitwijken naar blauwe of oranje zone

Gesloten systeem

- bodemlus

Doublet

- koude bron
- warme bron

Bestaand bodemenergiesysteem

- koude bron
- warme bron
- monobron
- bodemlus

Bodemenergieplan Nieuw Delft

Bijlage:	3
Onderwerp:	Plankaart
Referentie:	66280/SB
Auteur:	H. de Jonge
Datum:	18-7-2017
Status:	definitief