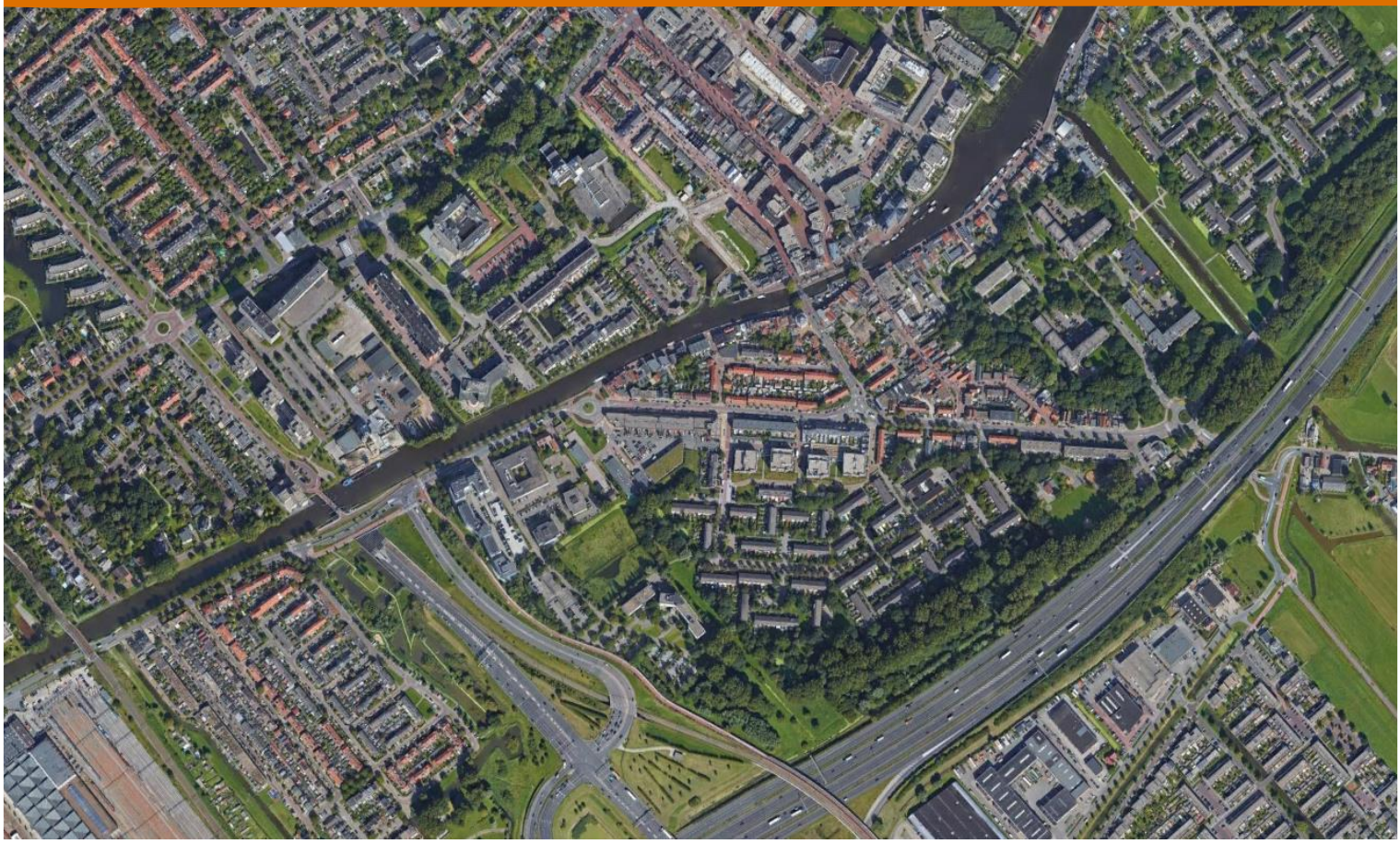
Bodemenergie Leidschendam-Voorburg

Bodemenergieplan Klein Plaspoelpolder en Overgoo



IF Technology **Creating energy**

Datum	22 februari 2022
Referentie	70160/SV/20220222
Betreft	Bodemenergieplan Klein Plaspoelpolder en Overgoo
Behandeld door	[redacted]
Gecontroleerd door	[redacted]
Versienummer	3.0

OPDRACHTGEVER

Gemeente Leidschendam-Voorburg
Postbus 1005
2260 BA Leidschendam
contactpersoon: [redacted]

ADVISEUR BODEMENERGIE

IF Technology BV
Postbus 605
6800 AP Arnhem
contactpersoon: [redacted]

Bron foto voorzijde: Google Earth

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 4
1.1 Kader 4
1.2 Aanleiding bodemenergieplan 4
1.3 Doel van een bodemenergieplan 5
2 Gebruiksregels 6
2.1 Gebruiksregels open bodemenergiesystemen 6
2.2 Gebruiksregel gesloten bodemenergiesystemen 7
3 Algemene toelichting 8
3.1 Principe bodemenergie 8
3.1.1 Open en gesloten systemen 8
3.1.2 Indeling open systemen 8
3.2 Bodemeigenschappen 9
3.2.1 Bodemgeschiktheid open en gesloten bodemenergiesystemen 10
3.2.2 Overige geohydrologische eigenschappen bodemenergiesystemen 12
3.3 Bodembelangen 12
3.4 Wettelijke kaders 16
3.4.1 Open bodemenergiesystemen 16
3.4.2 Gesloten bodemenergiesystemen 17
3.4.3 Lozingen 18
4 Inventarisatie vraag en aanbod 20
4.1 Ontwikkelingen 20
4.2 Warmte- en koudevraag 20
4.3 Match vraag/aanbod 21
5 Toelichting gebruiksregels 23
5.1 Gebruiksregels open systemen 23
5.2 Gebruiksregel gesloten systemen 25
Bijlage 1 - Plankaart 27
Bijlage 2 - Tabellen 28
Bijlage 3 - Kentallen en uitgangspunten 32

1 Inleiding

1.1 KADER

Klein Plaspoelpolder en Overgoo veranderen van gebieden met (grote) kantoren en bedrijven naar een groene, duurzame omgeving waar men prettig kan wonen en werken. Hierbij is de verwachting dat er gebruik gaat worden gemaakt van bodemenergie voor het duurzaam klimatiseren van de nieuwbouw, waardoor de drukte in de ondergrond zal toenemen. Om het bodempotentieel zo optimaal mogelijk te benutten is aanbevolen om de toepassing van bodemenergie in deze gebieden te reguleren. In Figuur 1.1 is het projectgebied weergegeven. Het projectgebied heeft een oppervlakte van circa 20 hectare. Aangezien de twee gebieden tegen elkaar liggen is ervoor gekozen om beide gebieden in één bodemenergieplan uit te werken.

Figuur 1.1 | Projectgebied Klein Plaspoelpolder en Overgoo

1.2 AANLEIDING BODEMENERGIEPLAN

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 1.2).

Regie is gewenst om een optimaal en duurzaam gebruik van de ondergrond te borgen, zodat zoveel mogelijk partijen die zich vestigen in Klein Plaspoelpolder en Overgoo gebruik kunnen maken van duurzame 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 er niet optimaal gebruik wordt gemaakt van het beschikbare potentieel aan bodemenergie. Met als gevolg dat er geen optimale invulling wordt gegeven aan de bodempotentie die aanwezig is.

Figuur 1.2 | Overzicht ondergrondse functies

1.3 DOEL VAN EEN BODEMENERGIEPLAN

Een bodemenergieplan geeft de gemeente Leidschendam-Voorburg de mogelijkheid om de ondergrondse inrichting van Klein Plaspoelpolder en Overgoo met betrekking tot bodemenergiesystemen te regisseren met als doel optimaal gebruik te maken van de ondergrond voor bodemenergie. De gemeente zet hierbij in op de toepassing van bodemenergiesystemen. Dit sluit aan bij de Lokale Energie Strategie van de gemeente.

Uitwerking van het bodemenergieplan vindt plaats door inventarisatie van de voornaamste (inrichtingbepalende) randvoorwaarden:

- Bovengrondse inrichting projectgebied (beschikbare ruimte voor bronpositionering)
- Energievraag bouwontwikkelingen
- Bestaande en toekomstige overige ondergrondse functies/belangen
- Bodemopbouw en capaciteit

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

2 Gebruiksregels

Onderstaande gebruiksregels stellen de voorwaarden voor toepassing van de verschillende vormen van bodemenergie in Klein Plaspoelpolder en Overgoo. De gebruiksregels gelden binnen het gebied zoals weergegeven op de plankaart opgenomen in Bijlage 1. De gebruiksregels zijn aanvullend op de wettelijke regels die worden gesteld aan bodemenergie.

Ontwikkelende partijen die in het gebied een bodemenergiesysteem willen realiseren, dienen zich te allen tijde te houden aan de wettelijke kaders voor bodemenergie. In Hoofdstuk 3.4 is een samenvatting van de algemene wettelijke kaders voor bodemenergie opgenomen. Daarnaast dienen bodemenergiesystemen binnen de hieronder beschreven gebruiksregels te worden ontworpen, gerealiseerd en geëxploiteerd. Bij de gebruiksregels wordt onderscheid gemaakt tussen open en gesloten bodemenergiesystemen. Nadere toelichting op de onderstaande gebruikersregels staat beschreven in Hoofdstuk 5.

2.1 GEBRUIKSREGELS OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN

1. Het open bodemenergiesysteem moet worden uitgevoerd als een doubletsysteem in het derde watervoerende pakket.
2. Open bodemenergiesystemen uitgevoerd als recirculatiesystemen of monobronnen zijn niet toegestaan.
3. De warme en koude bronnen van een open bodemenergiesysteem in het derde watervoerende pakket moeten binnen de aangegeven warme (rode) en koude (blauwe) zones worden gepositioneerd.
4. Het bodemenergiesysteem bereikt uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikname een moment waarop de hoeveelheid koude die door het systeem aan de bodem is toegevoegd ten minste 100% en ten hoogte 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.
5. Nieuwe open bodemenergiesystemen in de bufferzone moeten aansluiten op het strokenpatroon uit het bodemenergieplan. Aangetoond moet worden dat een nieuw bodemenergiesysteem geen nadelige invloed heeft op aanwezige of toekomstige bodemenergiesystemen in het projectgebied.
6. De bronnen en het leidingwerk moeten gerealiseerd worden op eigen terrein, gedeeld terrein of terrein van derden niet zijnde de gemeente, mits afstemming met de betreffende grondeigenaren heeft plaatsgevonden.
7. Indien het redelijkerwijs niet mogelijk is om aan alle gebruiksregels te voldoen, kan afgeweken worden van de gebruiksregels. Een onderbouwing van de afwijking moet, samen met een schriftelijke goedkeuring van de gemeente, bij de vergunningaanvraag Waterwet gevoegd worden en ter goedkeuring aan de provincie worden voorgelegd.

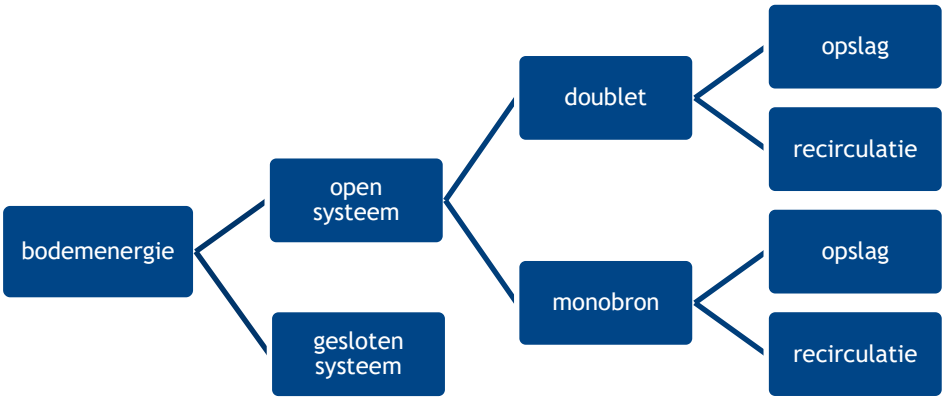
2.2 GEBRUIKSREGEL GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

1. Gesloten bodemenergiesystemen mogen tot een maximale diepte van 120 m-mv gerealiseerd worden.
2. De bodemlussen en het leidingwerk moeten gerealiseerd worden op eigen terrein, gedeeld terrein of terrein van derden niet zijnde de gemeente, mits afstemming met de betreffende grondeigenaren heeft plaatsgevonden.
3. Indien het redelijkerwijs niet mogelijk is om aan alle gebruiksregels te voldoen, kan afgeweken worden van de gebruiksregels. Afwijkingen op de gebruiksregels dienen met gedegen en voldoende onderbouwing ter goedkeuring aan de gemeente Leidschendam-Voorburg te worden voorgelegd.

3 Algemene toelichting

3.1 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 3.1 | Overzicht bodemenergiesystemen

Hieronder worden de verschillende typen bodemenergiesystemen nader toegelicht.

3.1.1 Open en gesloten systemen

Open systemen, ook wel warmte-/koudeopslag (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 (in combinatie met warmtepompen) of te koelen. In de zomer wordt gekoeld met winterkoude en in de winter wordt verwarmd met zomerwarmte. Open systemen worden meestal toegepast op dieptes tussen de 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 worden over het algemeen gerealiseerd tot een diepte van circa 200 meter beneden maaiveld. Een systeem kan al interessant zijn voor 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.

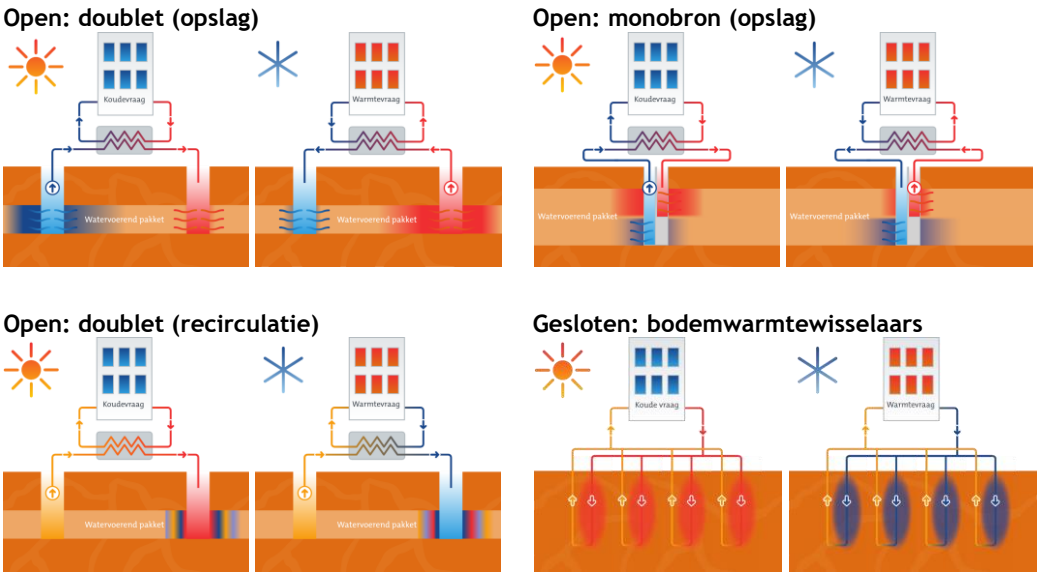
3.1.2 Indeling open systemen

De categorie van open systemen kan nader onderscheiden worden naar concepten met één of meer bronnen en met wél of géén opslag van de warmte of koude.

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 3.2 zijn de hierboven beschreven concepten schematisch weergegeven.



Figuur 3.2 | Schematische weergave verschillende varianten van bodemenergie

3.2 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 slecht doorlatende lagen, zoals klei- of veenlagen 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 bij een open systeem thermische interactie tussen de warme en koude bellen optreden. Dit dient in verband met rendementsverlies te worden voorkomen. Bij gesloten systemen heeft een hoge grondwaterstroming veelal juist een positieve invloed op het thermisch functioneren, omdat de bodem rond de bodemlus minder snel zal afkoelen en opwarmen.

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 verder in dit hoofdstuk behandeld. Daarbij wordt aangegeven in hoeverre ze de haalbaarheid van open en gesloten bodemenergiesystemen in Klein Plaspoelpolder en Overgoo beïnvloeden. Dit geeft een globaal beeld van de haalbaarheid, gebaseerd op een geohydrologisch vooronderzoek. Elke initiatiefnemer van bodemenergie dient zelf de benodigde onderzoeken uit te voeren om de haalbaarheid van het beoogde bodemenergiesysteem te toetsen. Onderstaande informatie is daarom ter indicatie weergegeven. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend.

3.2.1 Bodemgeschiktheid open en gesloten bodemenergiesystemen

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

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket (o.a. B30G4705, B30G4748, B30G0877 en B30G0936);
- Boorbeschrijvingen van omliggende bodemenergiesystemen (Double U, Gemeentehuis Leidschendam-Voorburg, Mall of the Netherlands, Dillenburgh en GGZ Haagstreek).

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd in een aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen. Tabel 3.1 geeft de globale bodemopbouw in het plangebied weer. Lokaal kan de bodemopbouw variëren. De lokale bodemopbouw dient bij de vergunningaanvraag voor elk individueel systeem nader te worden beschouwd.

Tabel 3.1 | Schematisatie van de bodem

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologische benaming
0 - 15	klei en matig grof zand	deklaag
15 - 50	matig grof tot uiterst grof zand	1e watervoerende pakket
50 - 60	matig fijn zand, klei en leem	1e scheidende laag
60 - 120	matig fijn tot matig grof zand en klei- en leemlagen	2e watervoerende pakket
120 - 130	matig fijn zand en klei	2e scheidende laag
130 - 260	matig fijn tot matig grof zand en kleilagen	3e watervoerende pakket
> 260	klei en fijn zand	hydrologische basis

* m-mv = meter minus maaiveld; het maaiveld bevindt zich op circa -1 tot 1 m NAP

Geschiktheid open bodemenergiesystemen

Eerste watervoerende pakket

In de provincie Zuid-Holland is het 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 wordt 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 beperkte dikte van het eerste watervoerende pakket is het pakket bodemtechnisch gezien niet geschikt voor de grootschalige toepassing van bodemenergie en wordt daarom geen gebruik gemaakt van afwijking van het beleid.

Eerste scheidende laag

De diepte en dikte van de eerste scheidende laag varieert per locatie. Op deze diepte wordt in meerdere boorbeschrijvingen klei, leem en fijn zand aangetroffen. Op basis van de beschikbare informatie is deze scheidende laag op enkele locaties niet duidelijk te onderscheiden en kan dus sprake zijn van het afwezig zijn van deze scheidende laag.

Tweede watervoerende pakket

Het tweede watervoerende pakket bestaat uit matig fijn tot matig grof zand en wordt lokaal afgewisseld met klei- en leemlagen. Aan de bovenzijde van dit pakket is op basis van de beschikbare informatie niet overal een scheidende laag aanwezig. Het tweede watervoerende pakket is bodemtechnisch geschikt voor open bodemenergiesystemen, maar door de ligging van het zoet-/brakgrensvlak binnen dit pakket is dit pakket juridisch gezien niet geschikt voor het toepassen van open bodemenergiesystemen.

Tweede scheidende laag

De diepte en dikte van de tweede scheidende laag kan op per locatie verschillen. In de meeste boringen wordt op en rond deze diepte klei aangetroffen. In een enkele boring is deze scheidende laag niet duidelijk aanwezig.

Derde watervoerende pakket

Het derde watervoerende pakket bestaat uit matig fijn tot matig grof zand afgewisseld met lokaal aanwezige kleilagen. Het watervoerende pakket is geschikt voor het toepassen van open bodemenergiesystemen. Op basis van de beschikbare informatie wordt het maximale debiet voor onttrekken en infiltreren geschat tussen de 100 - 125 m^3/uur.

Geschiktheid gesloten bodemenergiesystemen
Voor het benutten van het maximale potentieel aan bodemenergie in Klein Plaspoelpolder en Overgoo is een scheiding tussen de open en gesloten bodemenergiesystemen aangehouden. Voor een eenduidige en eenvoudig ordening is het uitgangspunt dat open bodemenergiesystemen toegepast kunnen worden in het derde watervoerende pakket vanaf een diepte van 130 m-mv en de gesloten systemen tot een diepte van 120 m-mv. Hiermee kan kavel specifiek worden gekozen en is het ook mogelijk om open en gesloten bodemenergiesystemen “boven” elkaar te realiseren. Ondanks de diepterestrictie voor gesloten systemen is het toepassen van gesloten bodemenergiesystemen nog steeds goed toepasbaar.

3.2.2 Overige geohydrologische eigenschappen bodemenergiesystemen

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een open of gesloten bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 | Geohydrologische eigenschappen voor een open of gesloten bodemenergiesysteem

parameter		toelichting
grondwaterstand	✓	0,8 m-mv (0,6 - 1,2 m-mv) (bron: peilbuis B30G1037)
stijghoogte 1e watervoerend pakket	✓	-2,6 m NAP (-2,4 - -2,8 m NAP) (bron: peilbuis B30G0012)
stijghoogte 2e watervoerend pakket	✓	-2,3 m NAP (bron: REGIS)
stijghoogte 3e watervoerend pakket	✓	-1,7 m-NAP (bron: REGIS)
artesisch grondwater	✓	niet aanwezig
stromingssnelheid- en richting opslagpakket (3e watervoerende pakket)	✓	5 m/jaar in zuidelijke richting
zoet/brak/zout-overgangen	✓	zoet-/brakgrensvlak: circa 60 m-mv, brak-/zoutgrensvlak: circa 65 m-mv
gas	✓	geen afwijkende gasdruk verwacht
deeltjes	!	verhoogd risico op deeltjes door fijnere zandlagen, kleilagen en kleibijmenging
redox	✓	geen redoxovergang in opslagpakket
temperatuur opslagpakket	✓	12 °C (0 - 120 m-mv), 13 °C (130 - 260 m-mv)

✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ! aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering

Deeltjes
Het derde watervoerende pakket bevatten fijne zandlagen, kleilagen en zand- en kleibijmengingen. Fijne zand- en kleideeltjes kunnen verstopping van de bronfilters van een open bodemenergiesysteem veroorzaken. In het bronontwerp moet hier rekening mee gehouden worden om de risico’s op bronverstopping te minimaliseren.

Dit aspect vormt geen risico voor gesloten bodemenergiesystemen.

3.3 BODEMBELANGEN

In Tabel 3.3 zijn de relevante belangen opgenomen die van invloed kunnen zijn op de werking van een open en/of gesloten bodemenergiesysteem in het projectgebied. Het gaat om zowel technische als juridische aspecten.

Tabel 3.3 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

belangen			
grondwateronttrekkingen	✓		enkele grondwateronttrekkingen in het projectgebied, geen aandachtspunt voor het toepassen van open en gesloten bodemenergiesystemen
open bodemenergiesystemen	!	1	één vergund open bodemenergiesysteem binnen 500 m van het plangebied
gesloten bodemenergiesystemen	✓		geen gemelde gesloten bodemenergiesystemen in of binnen 250 m van het plangebied
zettingen	✓		ontoelaatbare zetting wordt niet verwacht gezien beperkte clustering bronnen en verwachte benodigde broncapaciteiten
grondwaterbescherming	✓		niet gelegen in een milieubeschermingsgebied voor drinkwater
natuurbelangen	✓		geen natuur en beschermde gebieden waterhuishouding aanwezig
archeologie	!	2	hoge verwachting archeologische waarden
aardkundig waardevol gebied	✓		niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
verontreinigingen	!	3	op basis van informatie van de gemeente zijn geen diepe grondwaterverontreinigingen aanwezig. Bodemverontreinigingen kunnen aandachtspunt voor realisatie vormen.
waterkering	!	4	waterkering met beschermingszone aanwezig binnen Overgoo
spoor	✓		geen spoor aanwezig binnen het plangebied, wel spoor(tunnel) ten westen van het plangebied. Geen ontoelaatbare negatieve invloed verwacht (zie zettingen).
begraafplaats	✓		geen begraafplaats aanwezig binnen het deelgebied
ondergrondse infrastructuur	✓		weg- en spoortunnel ten westen van het plangebied, geen aandachtspunt bij open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket
kabels en leidingen	!	5	drinkwaterleiding Dunea binnen plangebied
lozingen	!		mogelijkheden voor lozing van ontwikkel- en spuiwater dient per bodemenergiesysteem nader onderzocht te worden

✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ! aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering

1. Open bodemenergiesysteem

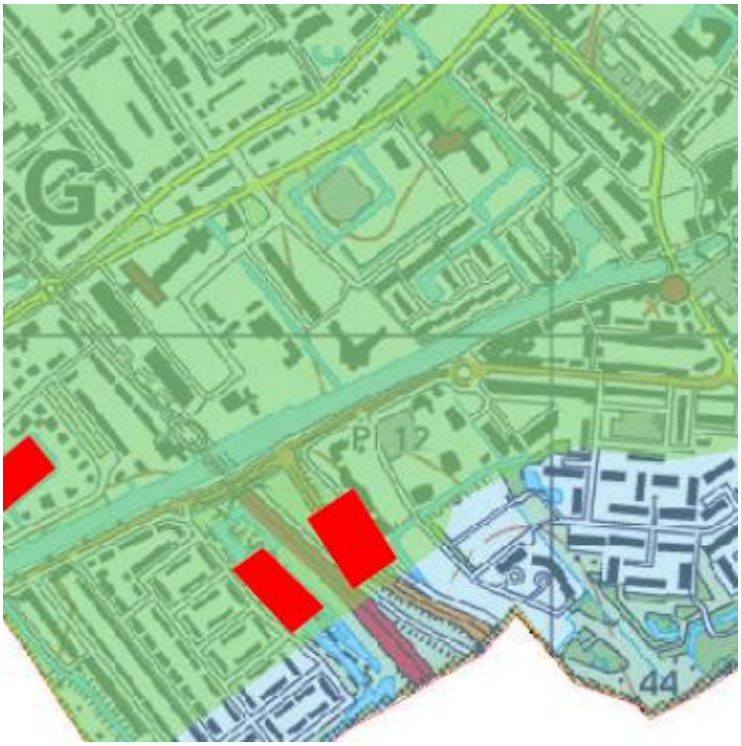
Op circa 350 m van het plangebied is het open bodemenergiesysteem van het gemeentehuis Leidschendam-Voorburg gelegen. De gemeente heeft een vergunning om maximaal 400.000 m³ per jaar te onttrekken en infiltreren met een maximale capaciteit van 90 m³/uur uit het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket. Door de wijze van ordening van de zoekgebieden en de afstand en ligging van het open bodemenergiesysteem van het gemeentehuis zal de hydrologische en thermische invloed van de beoogde bodemenergiesystemen op dit systeem beperkt zijn en geen invloed hebben op het functioneren van dit systeem.

2. Archeologie

Uit de beleidskaart Archeologie van de gemeente Leidschendam-Voorburg, Wassenaar en Voorschoten (zie Figuur 3.3) blijkt dat Klein Plaspoelpolder een hoge archeologische waarde heeft en Overgoo gedeeltelijk een lage waarde en gedeeltelijk een hoge waarde heeft. Binnen Overgoo is ook een terrein die op de Archeologische Monumentenkaart (AMK) is aangegeven. Voor dit gebied geldt dat bodemverstorende activiteiten dieper dan 30 cm in principe niet zijn toegestaan, tenzij een rapport wordt opgesteld waarin de archeologische waarde van het terrein wordt vastgesteld en, indien nodig, maatregelen worden getroffen om aanwezige archeologische resten in de bodem te

behouden. Voor gebieden met een hoge archeologische waarde geldt deze voorwaarde voor bodemverstorende activiteiten groter dan 100 m² en dieper dan 30 cm. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij de realisatie van een bodemenergiesysteem. Voor gebieden met een lage archeologische waarde geldt de voorwaarde voor verstoringen groter dan 2.000 m². Binnen deze gebieden gelden geen aanvullende voorwaarden ten aanzien van archeologie voor het realiseren van een open bodemenergiesysteem.

Geadviseerd wordt om voor realisatie van een open bodemenergiesysteem in overleg met de gemeente te bepalen welke maatregelen genomen moeten worden ten aanzien van archeologie.



2_AMK Terreinen_Vrijstelling 0m2 en 30cm
3_Hogeverwachting_Vrijstelling 100m2 en 30cm
4_Lage verwachting_Vrijstelling 2000m2 en 100cm

Figuur 3.3 | Archeologische waarde/verwachting (bron: Beleidskaart archeologie herijking 2013)

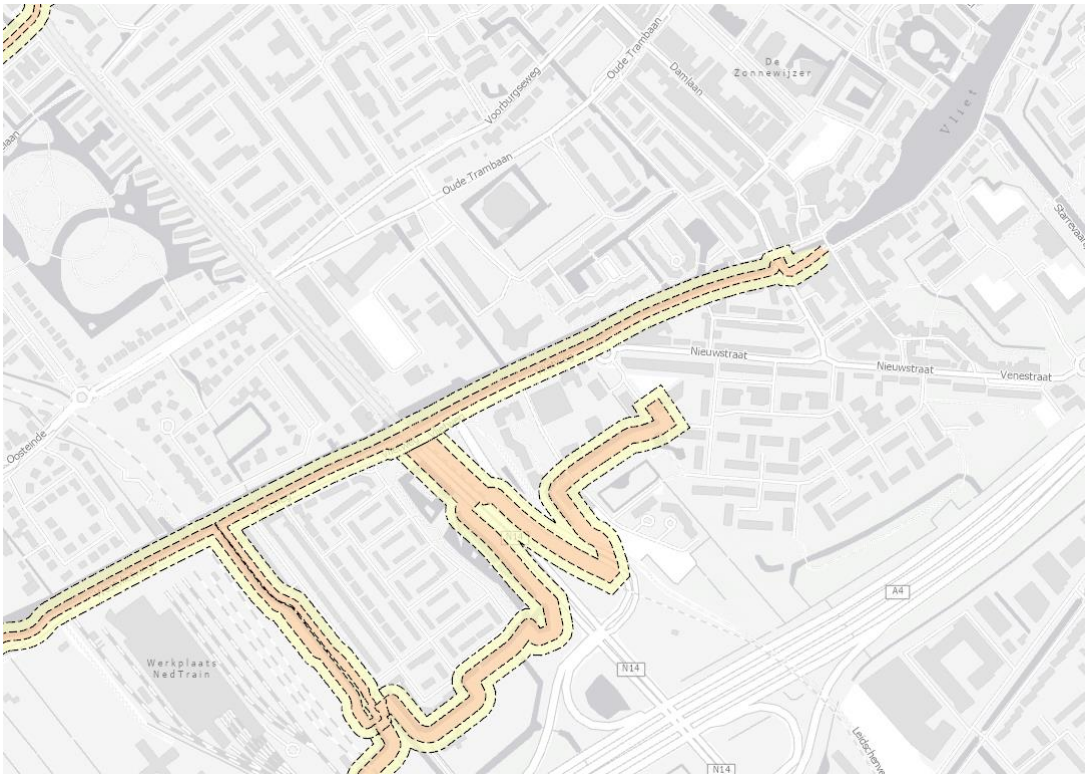
3. Verontreinigingen

Op basis van informatie van de gemeente zijn geen verontreinigingen aanwezig in het beoogde opslagpakket. Ondiep (in de deklaag) zijn er meerdere (rest)verontreinigingen aanwezig. Deze vormen geen aandachtspunt voor het in gebruik hebben van een bodemenergiesysteem. Wel kunnen ze een aandachtspunt vormen bij de realisatie van de bronnen en het leidingwerk. Voorafgaand aan de realisatie van een bodemenergiesysteem dient bij de gemeente de recente verontreinigingssituatie opgevraagd te worden. De aannemer moet conform de geldende regelgeving passende

maatregelen nemen om verspreiding van verontreinigingen te voorkomen en veiligheidsrisico's te vermijden.

4. Waterkering

Binnen Overgoo is een waterkering met bijbehorende beschermingszone aanwezig (Figuur 3.4). Binnen de waterkering en de beschermingszone zijn bodemverstorende werkzaamheden in principe niet toegestaan, omdat deze de stabiliteit en kerende werking van de waterkering kunnen beïnvloeden. Op basis van de Beleidsregel medegebruik waterkeringen van het Hoogheemraadschap van Delfland is medegebruik van de waterkeringen mogelijk. Onder voorwaarden kan het mogelijk zijn om bodemlussen en bronnen voor een bodemenergiesysteem binnen de waterkering en/of beschermingszones te realiseren. In een oriënterend gesprek met het Hoogheemraadschap is aangegeven dat per ontwikkeling gekeken moet worden welke mogelijkheden hiervoor zijn en onder welke voorwaarden. De verwachting van het Hoogheemraadschap is dat de mogelijkheden hiervoor langs De Vliet beperkt zijn, maar mogelijk voor de waterkering midden in Overgoo meer mogelijkheden zijn. Per ontwikkeling moet dit afgestemd worden, voordat de vergunning Waterwet aangevraagd wordt.



Figuur 3.4 | Ligging waterkeringen (oranje) en beschermingszones (geel)

5. Kabels en leidingen

Binnen het plangebied liggen er drie transportleidingen van Dunea (zie Bijlage 1). Rond deze leidingen ligt een beschermingszone met een breedte van 5 tot 9 m vanuit de hart van de leiding. Binnen deze beschermingszone kunnen geen bronnen geboord worden. De exacte ligging van de leidingen (en daarmee de beschermingszones) is niet bekend. Wanneer in de buurt van de leidingen bronnen beoogd zijn, moet in een voorstadium (voor vergunningaanvraag Waterwet en realisatie) contact

opgenomen worden met Dunea, moet de exacte ligging bepaald worden en moet in overleg met Dunea bepaald worden waar bronnen gerealiseerd kunnen worden.

3.4 WETTELIJKE KADERS

De aanleg en bedrijfsvoering van bodemenergiesystemen raakt aan diverse belangen, zoals milieu, drinkwater, bodemkwaliteit, etc. Voor de aanleg ervan is daarom meestal een vergunning vereist. Ook gelden specifieke procedures. Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de te volgen procedures en vergunningsplichten bij de aanleg van open en gesloten systemen. Daarna volgt ook een kort overzicht van de regels die gelden voor lozingsactiviteiten. Steeds is hierbij ook aangegeven welk orgaan het bevoegd gezag is.

3.4.1 Open bodemenergiesystemen

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 3.4 en daaronder nader toegelicht.

Tabel 3.4 | Belangrijkste aspecten vergunning open systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	provincie Zuid-Holland
vergunningplicht	alle open systemen
doorlooptijd	reguliere procedure: 8 weken tot publicatie definitieve beschikking uniforme openbare voorbereidingsprocedure: 6 maanden tot publicatie definitieve beschikking
leges/publicatiekosten	De provincie rekent geen leges voor open bodemenergiesystemen
juridische voorwaarden	- de gemiddelde infiltratietemperatuur in de bronnen mag niet hoger zijn dan 25 °C en niet lager zijn dan 5 °C, de provincie heeft de mogelijkheid om een hogere temperatuur toe te staan; - bodemenergiesystemen mogen geen ontoelaatbare 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.

Een deel van deze (en andere) voorwaarden gesteld aan het installeren en het in werking hebben van een open systeem staan in meer detail in de artikelen 6.11a tot en met 6.11i van het Waterbesluit.

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 om op de aanvraag te beslissen met toepassing van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure (Afd. 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht). Dit kan zij onder andere doen wanneer een open bodemenergiesysteem is beoogd nabij omgevingsbelangen, sprake is van beïnvloeding van belangen en afstemming met betrekking tot deze belangen niet (afdoende) is uitgevoerd. De provincie heeft aangegeven dat wanneer (de bronnen) van een open bodemenergiesysteem binnen een beschermingszone

(zoals van een waterkering of een watertransportleiding van Dunea) gerealiseerd wordt, zij voornemens is om bij de vergunningaanvraag Waterwet de uniforme openbare voorbereidingsprocedure te doorlopen. Deze procedure zal ook gevolgd worden als afgeweken wordt van de ordeningsregels uit het bodemenergieplan. 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.

Voor elke vergunningaanvraag voor een bodemenergiesysteem in het kader van de Waterwet dient een formele m.e.r.-beoordeling uitgevoerd te worden. Voor systemen met een waterverplaatsing van minder dan 1.500.000 m^3/jaar geldt een vormvrije m.e.r.-beoordeling en hoeft bij het indienen van de vergunningaanvraag Waterwet geen m.e.r.-beoordelingsbesluit toegevoegd te worden. De m.e.r.-beoordeling kan plaatsvinden parallel aan de procedure van de vergunningaanvraag Waterwet. Middels een korte notitie bij de vergunningaanvraag Waterwet wordt het initiatief aangemeld voor de m.e.r.-beoordeling.

Nadat het bodemenergieplan door de provincie is verankerd in een provinciale beleidsregel, zal de provincie nieuwe vergunningaanvragen Waterwet voor open bodemenergiesystemen toetsen aan de gebruikersregels uit het bodemenergieplan.

3.4.2 Gesloten bodemenergiesystemen

Gesloten bodemenergiesystemen zijn meldings- en soms vergunningplichtig. Alle gesloten systemen moeten tenminste gemeld worden (conform het Besluit lozen buiten inrichting of Activiteitenbesluit milieubeheer). Voor gesloten systemen met een bodemzijdig vermogen groter dan of gelijk aan 70 kW, alsmede alle systemen die in een interferentiegebied worden gerealiseerd, moet ook een Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets (OBM) worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (gemeente Leidschendam-Voorburg). De belangrijkste aspecten voor de melding en vergunningverlening voor gesloten systemen zijn samengevat in Tabel 3.5 en daaronder nader toegelicht.

Tabel 3.5 | Belangrijkste aspecten melding en vergunning gesloten systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	Gemeente Leidschendam-Voorburg
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 koudeoverschot te beperken.

Deze (en andere) voorschriften gesteld aan het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen zijn opgenomen in hoofdstuk 3a van het Besluit lozen buiten inrichting en paragraaf 3.2.8 uit het Activiteitenbesluit milieubeheer.

Op het moment dat het plangebied van Klein Plaspoelpolder en Overgoo is aangewezen als interferentiegebied via een gemeentelijke verordening, gaat voor alle gesloten bodemenergiesystemen een vergunningsplicht gelden. Door het vaststellen en verankeren van een gemeentelijke beleidsregel kan de gemeente vastleggen op basis van welke regels een vergunningaanvraag voor een gesloten bodemenergiesysteem wordt getoetst. Deze regels zijn gebaseerd op het voorkomen van interferentie tussen systemen en het bevorderen van doelmatig gebruik van de ondergrond voor zowel open als gesloten bodemenergiesystemen. Dit kan betekenen dat de gemeentelijke beleidsregel beperkingen oplegt aan de aanleg van gesloten systemen.

3.4.3 Lozingen

Er zijn verschillende momenten waarop lozingen, en daarmee de wettelijke kaders voor lozingsactiviteiten, aan de orde zijn. Ten aanzien van onttrekkingen van grondwater is de visie van de gemeente Leidschendam-Voorburg grondwaterneutraliteit, wat betekent dat de voorkeur bestaat voor het retourneren van grondwater in de bodem. Het beleid van het Hoogheemraadschap van Delfland is eveneens het voorkomen van een afvalwaterstroom.

Boren van de bronnen/lussen (boorspoelwater)
Voor de aanleg van de bronnen van open bodemenergiesystemen 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). Doorgaans wordt, zoals ook opgenomen in de voorkeursvolgorde in de AMvB Bodemenergie, het boorspoelwater bij open bodemenergiesystemen, eventueel na filtering en geleidelijk, geloosd op het vuilwaterriool.

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. Tijdens het ontwikkelen komt grondwater vrij met een debiet tot maximaal 130% van het ontwerpdebiet. Dit grondwater moet geloosd worden. Vanwege de grondwaterkwaliteit is een lozing op het oppervlaktewater niet gewenst. Om de lozingshoeveelheid en het lozingsdebiet te verlagen kan gebruik worden gemaakt van filtertechnieken om vaste bestanddelen te verwijderen, waarbij het water grotendeels weer geïnfiltreerd wordt in de bodem. Het blijft echter noodzakelijk dat een gedeelte van het vrijkomende grondwater geloosd kan worden, om onder andere de filterunits terug te spoelen (het pompen van water door de filters). Door deze manier van ontwikkelen kan het lozingsdebiet beperkt worden.

Onderhoud van open bronnen (spuiwater)
In verband met preventief onderhoud van de bronnen worden deze een aantal keer per jaar gespoeld. Bij deze actie wordt uit de bronnen enige tijd grondwater onttrokken met het maximale debiet. Dit grondwater moet geloosd worden. Middels een onderhoudsfilter in de technische ruimte kan ervoor gezorgd worden dat er geen grondwater geloosd hoeft te worden. Bij een onderhoudsfilter wordt het vuil afgevangen met een zogenaamd kaarsenfilter met zeer kleine poriën. Het grondwater wordt uit de bronfilters opgepompt en wordt via het onderhoudsfilter in de bypass van het leidingcircuit in een andere bron geïnjecteerd.

Regulering van lozingen en voorkeursroutes
Met de inwerkingtreding van de AMvB Bodemenergie zijn voorkeursvolgordes voor lozingen gedefinieerd. Hierbij worden twee type lozingen onderscheiden:
- lozen van boorspoelwater (open en gesloten systemen);
- 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. Per project dient in overleg met het bevoegde gezag bepaald te worden op welke manier het water geloosd kan worden en onder welke voorwaarden. Aanbevolen wordt om in een vroeg stadium in overleg te treden met het bevoegd gezag om de mogelijkheden voor lozen te bespreken.

Tabel 3.6 | Voorkeursvolgorde lozen vanuit AMvB Bodemenergie

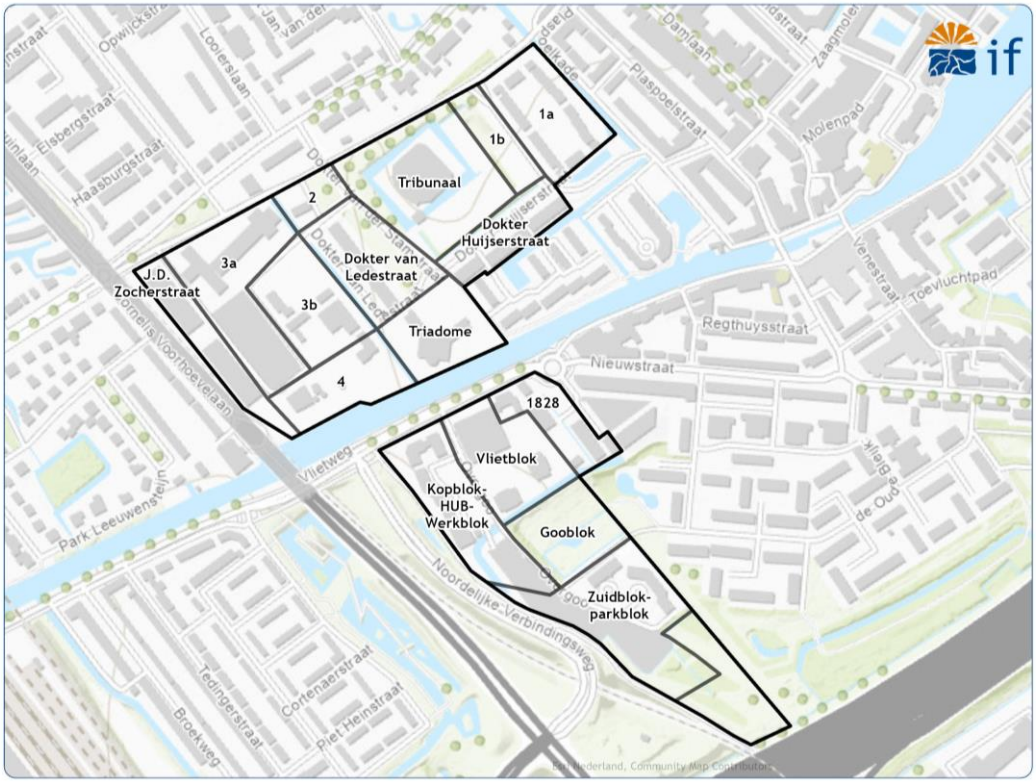
type afvalwater	voorkeursvolgorde lozing (bevoegd gezag)
Boorspoelwater (open en gesloten systemen)	1. vuilwaterriool (gemeente) 2. op de bodem (gemeente) 3. overige lozingsmethoden In de bodem en op het schoonwaterriool is niet toegestaan
Ontwikkel- en beheerwater (open systemen)	1. in de bodem (provincie)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

Het Besluit lozen buiten inrichtingen bevat regels voor een groot aantal categorieën van lozingen die het gevolg zijn van activiteiten die plaatsvinden buiten inrichtingen in de zin van de Wet milieubeheer. Lozingen vanuit inrichtingen vallen onder het Activiteitenbesluit. Het besluit geldt voor alle lozingsroutes: zowel lozingen op oppervlaktewater, de bodem als de riolering.

4 Inventarisatie vraag en aanbod

4.1 ONTWIKKELINGEN

De te onderzoeken gebieden betreffen Klein Plaspoelpolder en Overgoo. In het plan is ook de ontwikkeling 1828 meegenomen dat grenst aan Overgoo, maar geen onderdeel uitmaakt van Overgoo. In dit plan wordt deze ontwikkeling gemakshalve wel meegenomen bij het deelgebied Overgoo. De gemeente Leidschendam-Voorburg heeft informatie over de geplande ontwikkelingen en over de al bestaande gebouwen aangeleverd, en hierbij aangegeven welke mogelijk gebruik willen gaan maken van bodemenergie. In Figuur 4.1 zijn de twee gebieden met locaties van de deelgebieden ingetekend waarbij de ingetekende letters en namen corresponderen met de deelgebieden.



Figuur 4.1 | Deelgebieden binnen Klein Plaspoelpolder (boven) en Overgoo (beneden)

4.2 WARMTE- EN KOUDEVRAAG

Met de oppervlaktes uit Tabel 4.1 zijn de gebouwzijdige energievraag en benodigde vermogens per ontwikkeling bepaald. In Bijlage 2 zijn deze gegevens opgesplitst per deelgebied in de ontwikkelingen. Op basis van deze energievraag en vermogens is met behulp van kentallen, energetische uitganspunten en een jaarlijkse verdeling van vermogens de grondwaterzijdige vraag vertaald. In Tabel 4.2 zijn de resultaten van de voorgaande berekeningen weergeven. De gebruikte kentallen,

energetische uitganspunten en jaarlijkse verdeling van de vermogens zijn ter informatie opgenomen in Bijlage 3.

Tabel 4.1 | Oppervlaktes gebouwen en ontwikkelingen in m² in Klein Plaspoelpolder en Overgoo

gebieden	wonen appartement [m²]	wonen gezinswoning [m²]	werk en voorzieningen [m²]	totaal [m²]
Klein Plaspoelpolder	105.862	34.918	-	140.780
Overgoo	76.800	-	22.674	99.474

Tabel 4.2 | Gebouw- en grondwaterzijdige vraag en vermogens in Klein Plaspoelpolder en Overgoo

gebieden	warmte-/koudevraag ruimteverwarming/-koeling [MWh]	warmtevraag tapwater [MWh]	verwarmings-/koelvermogen [kW]
gebouwzijdig			
Klein Plaspoelpolder	4.290 / 1.510	3.330	4.400 / 1.890
Overgoo	3.040 / 1.810	1.840	3.220 / 2.470
grondwaterzijdig			
Klein Plaspoelpolder	6.755 / 2.615	-	4.230 / 2.590
Overgoo	3.670 / 1.810	-	2.580 / 2.470

De warmtevraag van de gebouwen is groter dan de koudevraag, eveneens als de warmte- en koudevraag grondwaterzijdig. Hierdoor is er aanvullende regeneratie nodig om grondwaterzijdig een energiebalans te creëren. Regeneratie kan plaatsvinden door middel van het invangen van warmte met bijvoorbeeld een oppervlaktewatersysteem, zonnecollectoren of droge koelers.

De bepaalde grondwaterzijdige warmte- en koudevraag is vertaald naar de jaarlijkse grondwaterverplaatsing en benodigde grondwaterdebieten, die weergegeven zijn in Tabel 4.3. Deelgebied 3a, Damsigt, is hierbij een uitzondering. Daar is de warmtevraag en het bijbehorende debiet en waterverplaatsing ingeschat door Techniplan adviseurs bv.

Tabel 4.3 | Benodigde waterverplaatsing en debiet in Klein Plaspoelpolder en Overgoo

gebieden	waterverplaatsing warmtelevering [m³/jaar]	waterverplaatsing koeling [m³/jaar]	debiet warmtelevering [m³/h]	debiet koeling [m³/h]
Klein Plaspoelpolder	1.163.000	1.211.000	595	505
Overgoo	632.000	632.000	370	370

4.3 MATCH VRAAG/AANBOD

Uit de inventarisatie (paragraaf 4.2) volgt voor Klein Plaspoelpolder een totale gebouwzijdige warmtevraag van ruim 7.620 MWh en een koudevraag van circa 1.510 MWh. Het bodemzijdige aanbod kan berekend worden op basis van de verwachte dikte waarin de warmte en koude opgeslagen wordt (circa 40% van de totale dikte van het pakket), een gemiddelde delta T van 5°C tussen onttrekking en infiltratie en het oppervlakte van het projectgebied Klein Plaspoelpolder (circa 12 hectare). Hieruit volgt dat in potentie circa 12.000 MWh aan warmte en koude geleverd kan worden. Hiermee overstijgt het aanbod vanuit de bodem de gebouwzijdige vraag.

Uit de inventarisatie (paragraaf 4.2) volgt voor Overgoo een totale warmtevraag van ruim 4.880 MWh en een koudevraag van 1.810 MWh. Het bodemzijdig aanbod bedraagt, uitgaande van

een oppervlakte van Overgoo van circa 7 hectare, circa 7.000 MWh aan warmte en koude. Hiermee overstijgt het aanbod vanuit de bodem de gebouwzijdige vraag.

Opgemerkt wordt dat het werkelijke potentieel in de praktijk lager kan uitvallen vanwege fysieke obstakels ten aanzien van de inpassing van bronnen. Denk hierbij aan gebouwen, wegen, watergangen en groenstroken waarbinnen geen bronnen gerealiseerd kunnen worden. Hierdoor zal niet de gehele bodempotentie benut worden. Omdat bij een open bodemenergiesysteem ook warmte en koude opgeslagen wordt onder obstakels, wordt verwacht dat het werkelijke potentieel beperkt afwijkt van het berekende potentieel. Aangezien het bodemzijdige aanbod de vraag ruim overstijgt, wordt verwacht dat ook bij een iets lager potentieel nog steeds de vraag gedekt kan worden. Het is echter wel van belang om met de beschikbare gebieden voor de inpassing van bronnen het aanwezige potentieel optimaal te benutten.

5 Toelichting gebruiksregels

5.1 GEBRUIKSREGELS OPEN SYSTEMEN

1. **Regel:** Het open bodemenergiesysteem moet worden uitgevoerd als een doubletsysteem in het derde watervoerende pakket.

   Onderbouwing: Gezien de beoogde omvang van de ontwikkelingen is de verwachting dat de toepassing van (collectieve) open bodemenergiesystemen veelal het beste aansluit bij de intensiteit van de warmte-/koudevraag. Bij het toepassen van een gesloten bodemenergiesysteem zullen gezien de grootte van de warmte- en koudevraag van de ontwikkelingen zeer veel bodemlussen nodig zijn. Verwacht wordt dat voor een groot deel van de ontwikkelingen de beschikbare ruimte voor het plaatsen van veel bodemlussen niet voldoende is en dat een gesloten bodemenergiesysteem praktisch niet ingepast kan worden. Door een verticale scheiding tussen open en gesloten bodemenergiesystemen aan te houden, blijft het toepassen van gesloten bodemenergiesystemen voor ontwikkelingen met een kleinere vraag mogelijk.

   Voor het grootschalig toepassen van open bodemenergiesystemen wordt gekozen voor het derde watervoerende pakket. De verwachte dieptes van de watervoerende pakketten zijn weergegeven in Tabel 3.1.

2. **Regel:** Open bodemenergiesystemen uitgevoerd als recirculatiesystemen of monobronnen zijn niet toegestaan.

   Onderbouwing: Het gebruik van recirculatiesystemen is niet toegestaan, omdat het rendement van deze systemen lager is dan bij een opslagsysteem en daarmee het beschikbare bodempotentieel niet optimaal benut wordt.

   Gezien de omvang van de nieuwbouwontwikkelingen bestaat de voorkeur voor het toepassen van doubletten boven monobronnen. Hierdoor kunnen relatief grote capaciteiten per bron gerealiseerd worden en kan het aanwezige bodempotentieel zo optimaal mogelijk gebruikt worden.

3. **Regel:** De warme en koude bronnen van een open bodemenergiesysteem in het derde watervoerende pakket moeten binnen de aangegeven warme (rode) en koude (blauwe) zones worden gepositioneerd.

   Onderbouwing: De ruimtelijke ordening van open systemen in het derde watervoerende pakket vindt plaats op basis van een oriëntatie-patroon in zoekgebieden. Deze zoekgebieden zijn uitgewerkt in een kaart die is opgenomen in Bijlage 1. Bij de inpassing van de zoekgebieden is uitgegaan van de verwachte waterverplaatsingen per ontwikkeling (zie Tabel 7 en Tabel 8). Per ontwikkeling is een warm en koud zoekgebied binnen de ontwikkeling geplaatst. Zonering van de bronnen in zoekgebieden biedt zowel sturing alsmede een stuk flexibiliteit wat betreft inpassing. Het is sturend in de ruimtelijke ondergrondse ordening door het regisseren van het specifiek opslaan van warmte of koude in een bepaalde zone. Dit zodat de opslag van warmte

en koude niet gaat interfereren en daarmee het behalen van het totale potentieel niet verhinderd wordt. Het biedt vrijheid in de praktische ruimtelijke inpassing in het terrein. Door het definiëren van een zone en geen vaste bronposities, blijft het mogelijk de ruimtelijke inpassing af te wegen met andere ordeningsbehoeftes voor gebouwen, inrichting openbare ruimte en aanwezige en toekomstige infrastructuur.

Bronnen van open bodemenergiesystemen worden bij voorkeur op eigen terrein gerealiseerd. Indien bronnen op gemeentegrond beoogd zijn, dient afstemming plaats te vinden met de gemeente over de beoogde locaties.

4. **Regel:** Het bodemenergiesysteem bereikt uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikname een moment waarop de hoeveelheid koude die door het systeem aan de bodem is toegevoegd ten minste 100% en ten hoogte 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.

   Onderbouwing: Het vraagprofiel van de meeste gebouwen tonen een grotere warmte- dan koudebehoefte. Dit impliceert dat voor de meerderheid van de systemen, vanuit het behalen van economisch voordeel, een koudeoverschot wenselijk is. Een accumulatie van systemen met een koudeoverschot staat het optimaal gebruik van de ondergrond in de weg. Om toch een economisch voordeel te behalen zonder het in de weg staan van het optimaal gebruik van de ondergrond, is opgenomen dat systemen ten minste 100% en ten hoogste 115% koude mogen toevoegen in de bodem ten opzichte van de ingebrachte warmte. Op basis van ervaring bij soortgelijke locaties blijkt dat de invloed van een beperkt koudeoverschot (115%) slechts een kleine invloed heeft op de omvang van de thermische effecten. Daarom is in de gebruiksregels opgenomen dat een beperkt koudeoverschot tot maximaal 115% is toegestaan. Om het koudeoverschot te beperken moet mogelijk met aanvullende voorzieningen in de zomer extra warmte ingevangen worden. Hiervoor zijn voldoende opties in het gebied voor handen. Deze regel vormt daarom geen belemmering voor het toepassen van open bodemenergiesystemen.

5. **Regel:** Nieuwe open bodemenergiesystemen in de bufferzone moeten aansluiten op het strokenpatroon uit het bodemenergieplan. Aangetoond moet worden dat een nieuw bodemenergiesysteem geen nadelige invloed heeft op aanwezige of toekomstige bodemenergiesystemen in het projectgebied.

   Onderbouwing: Het opnemen van een bufferzone zorgt ervoor dat bodemenergiesystemen die buiten het projectgebied gerealiseerd worden, geen inbreuk maken op het strokenpatroon in het projectgebied. Hierdoor wordt de maximale ondergrondse capaciteit binnen het plangebied gewaarborgd. Bij de vergunningaanvraag voor bodemenergiesystemen in de bufferzone moet aangetoond worden dat er geen negatieve interferentie is met de vastgestelde zones.

   De bufferzone betreft een strook met een breedte van 100 m (gebaseerd op de thermische invloed van een open bodemenergiesysteem) waarbinnen andere initiatieven aan moeten sluiten op de warme en koude zoekgebieden.

6. **Regel:** De bronnen en het leidingwerk moeten gerealiseerd worden op eigen terrein, gedeeld terrein of terrein van derden niet zijnde de gemeente, mits afstemming met de betreffende grondeigenaren heeft plaatsgevonden.

Onderbouwing: Om de druk op de openbare ruimte te verminderen dient in het beginsel gezocht worden naar bronposities buiten de openbare ruimte. Hetzelfde geldt voor het bijbehorende leidingwerk. Wanneer er geen mogelijkheden zijn voor plaatsing bronnen en/of leidingwerk op eigen kavel, zal in samenspraak met de gemeente gezocht moeten worden naar geschikte bronposities in de openbare ruimte. Wanneer de gemeente schriftelijke toestemming geeft voor het plaatsen van bronnen en/of leidingwerk op gemeentegrond, is geen sprake van afwijking van het bodemenergieplan.

7. **Regel:** Indien het redelijkerwijs niet mogelijk is om aan alle gebruiksregels te voldoen, kan afgeweken worden van de gebruiksregels. Een onderbouwing van de afwijking moet, samen met een schriftelijke goedkeuring van de gemeente, bij de vergunningaanvraag Waterwet gevoegd worden en ter goedkeuring aan de provincie worden voorgelegd.

   Onderbouwing: Om ruimte te bieden voor uitzonderlijke situaties, kan afgeweken worden van de boven gestelde regels. Hierbij valt onder andere te denken aan het toepassen van bronnen op gemeentegrond in die gevallen waar het rederlijkwijs niet mogelijk is om de bronnen allemaal op eigen terrein te realiseren. Hiervoor moet in overleg met de gemeente bepaald worden op de afwijking is toegestaan. Pas nadat de gemeente een schriftelijke toestemming heeft gegeven kan een initiatiefnemer deze toestemming met een onderbouwing van de afwijking bij de vergunningaanvraag Waterwet toevoegen. Daarmee wordt de afwijking ter goedkeuring aan de provincie Zuid-Holland voorgelegd.

5.2 GEBRUIKSREGEL GESLOTEN SYSTEMEN

1. **Regel:** Gesloten bodemenergiesystemen mogen tot een maximale diepte van 120 m-mv gerealiseerd worden.

   Onderbouwing: Om zowel de gesloten als de open bodemenergiesystemen in Klein Plaspoelpolder en Overgoo optimaal te benutten is de bodem verticaal opgedeeld in zones. Gesloten bodemenergiesystemen mogen geplaatst worden tot 120 meter beneden maaiveld en open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket vanaf 130 m-mv. Hiermee wordt een duidelijk kader geschetst en kunnen de twee type systemen fysiek gezien zeer dicht bij elkaar gepositioneerd worden zonder dat ze thermisch met elkaar interfereren.

2. **Regel:** De bodemlussen en het leidingwerk moeten gerealiseerd worden op eigen terrein, gedeeld terrein of terrein van derden niet zijnde de gemeente, mits afstemming met de betreffende grondeigenaren heeft plaatsgevonden.

   Onderbouwing: Deze regel is opgesteld vanuit de behoefte om de schaars beschikbare openbare ruimte optimaal te gebruiken. Met een diversiteit aan in te passen functies creëert het inpassen van gesloten bodemenergiesystemen in openbare ruimte een ongewenste extra druk op de ondergrond.

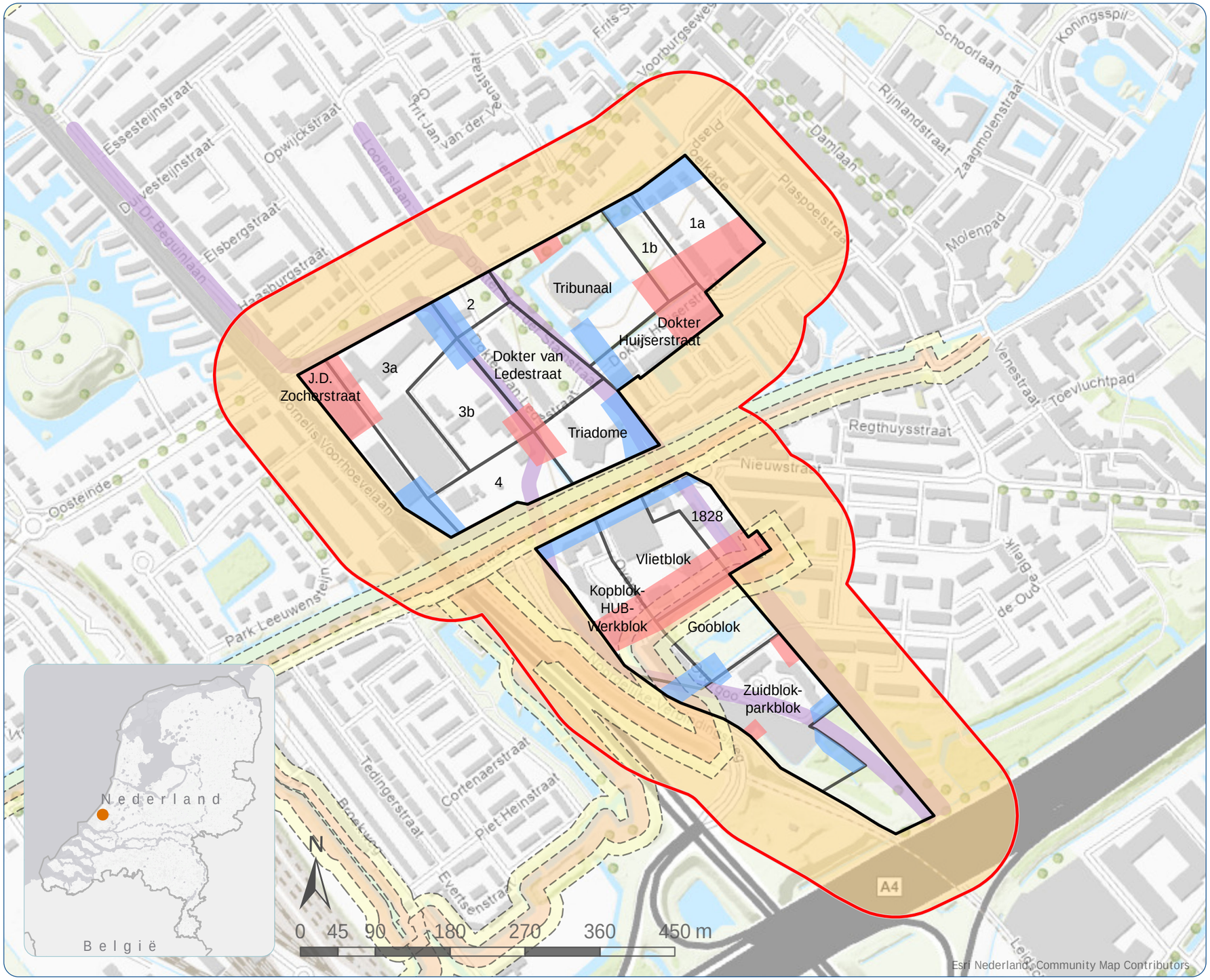
3. **Regel:** Indien het redelijkerwijs niet mogelijk is om aan alle gebruiksregels te voldoen, kan afgeweken worden van de gebruiksregels. Afwijkingen op de gebruiksregels dienen met gedegen en voldoende onderbouwing ter goedkeuring aan de gemeente Leidschendam-Voorburg te worden voorgelegd.

Onderbouwing: Om ruimte te bieden voor uitzonderlijke situaties, kan afgeweken worden van de boven gestelde regels. Dit dient echter altijd in overleg en met voldoende onderbouwing aan de gemeente Leidschendam-Voorburg te worden voorgelegd.

Bijlage 1 - Plankaart

Bodemenergieplan Leidschendam-Voorburg

Klein Plaspoelpolder en Overgoo



Legenda

- plangebied
- projectgebied
- deelgebieden
- buffer

Zoekgebieden

- koude bronnen
- warme bronnen

Belangen

- beschermingszone Dunea-leidingen

Waterkering

- beschermingszone
- waterstaatswerk

In opdracht van:

Leidschendam-Voorburg

Bijlage:	1
Referentie:	70160/SV
Auteur:	[redacted]
Datum:	03-02-2022
Versie:	3.0

Bijlage 2 - Tabellen

In deze bijlage zijn additionele tabellen weergeven waarin de geleverde informatie uitgesplitst is per deelgebied, zoals die weergeven zijn in Figuur 6.1. Ook zijn hier de resultaten van de uitgevoerde berekeningen voor het bepalen van de grondwaterzijdige vraag opgenomen. Daarnaast is per deelgebied aangegeven welke bron gebruikt is.

Tabel 1 | Oppervlaktes gebouwen en ontwikkelingen in m² in Klein Plaspoelpolder

deelgebied	Wonen appartement klein	Wonen gezinswoning	Werk en Voorzieningen	Totalen
1a	-	4.712	-	4.712
1b	-	1.736	-	1.736
Tribunaal	5.250	9.300	-	14.550
2	31.668	-	-	31.668
3a [1]	-	-	-	-
3b	-	19.170	-	19.170
4	38.823	-	-	38.823
Triadome	8.400	-	-	8.400
Johan David Zocherstraat	11.200			
Dokter van Ledestraat	5.200			
Dokter Huijserstraat	5.320			
Totaal	**105.862**	**34.918**	**-**	**140.780**

[1] bodemenergiesysteem gepland en in voorbereiding, debiet en waterverplaatsing zijn bekend wat deze tussenstap overbodig maakt.

Tabel 2 | Oppervlaktes gebouwen en ontwikkelingen in m² in Overgoo

deelgebied	Wonen appartement klein	Wonen gezinswoning	Werk en Voorzieningen	Totalen
Kopblok-HUB-Werkblok	24.000	-	11.200	35.200
Vlietblok	13.000	-	2.000	15.000
Gooblok	9.000	-	1.000	10.000
Zuidblok - parkblok	26.500	-	8.300	34.800
1828	4.300	-	174	4.474
Totaal	**76.800**	**-**	**22.674**	**99.474**

Tabel 3 | Gebouwzijdige vraag en vermogens in Klein Plaspoelpolder

deelgebied	warmtevraag ruimteverwarming [MWh]	warmtevraag tapwater [MWh]	verwarmingsvermogen [kW]	koudevraag [MWh]	koelvermogen [kW]
1a	170	100	160	40	70
1b	60	40	60	20	30
Tribunaal	520	350	510	130	220
2	890	750	940	240	400
3a [1]	-	-	-	-	-
3b	600	360	570	150	240
4	1090	920	1150	300	490
Triadome	240	200	250	60	110
Johan David Zocherstraat	370	310	390	130	170
Dokter van Ledestraat	170	150	180	60	80
Dokter Huijserstraat	180	150	190	60	80
Totaal	**4.290**	**3.330**	**4.400**	**1.510**	**1.890**

[1] bodemenergiesysteem gepland en in voorbereiding, debiet en waterverplaatsing zijn bekend wat deze tussenstap overbodig maakt.

Tabel 4 | Gebouwzijdige vraag en vermogens in Overgoo

deelgebied	warmtevraag ruimteverwarming [MWh]	warmtevraag tapwater [MWh]	verwarmingsvermogen [kW]	koudevraag [MWh]	koelvermogen [kW]
Kopblok-HUB-Werkblok	1.100	570	1.160	750	1.030
Vlietblok	440	310	470	220	300
Gooblok	290	210	310	140	180
Zuidblok - parkblok	1.060	630	1.120	640	880
1828	150	120	160	60	80
Totaal	**3.040**	**1.840**	**3.220**	**1.810**	**2.470**

Tabel 5 | Grondwaterzijdige vraag en vermogens in Klein Plaspoelpolder

deelgebied	warmtevraag [MWh]	verwarmingsvermogen [kW]	koudevraag [MWh]	koelvermogen [kW]
1a	210	130	40	70
1b	80	50	20	30
Tribunaal	650	410	130	220
2	1.210	750	240	400
3a	1.105	700	1.105	700
3b	720	460	150	240
4	1.490	920	300	490
Triadome	320	200	60	110
Johan David Zocherstraat	500	310	130	170
Dokter van Ledestraat	230	150	60	80
Dokter Huijserstraat	240	150	60	80
Totaal	**6.755**	**4.230**	**2.615**	**2.590**

Tabel 6 | Grondwaterzijdige vraag en vermogens in Overgoo

deelgebied	warmtevraag [MWh]	verwarmingsvermogen [kW]	koudevraag [MWh]	koelvermogen [kW]
Kopblok-HUB-Werkblok	1.260	930	750	1.030
Vlietblok	560	370	220	300
Gooblok	380	250	140	180
Zuidblok - parkblok	1.270	900	640	880
1828	200	130	60	80
Totaal	**3.670**	**2.580**	**1.810**	**2.470**

Tabel 7 | Benodigde waterverplaatsing en debiet in Klein Plaspoelpolder

deelgebied	waterverplaatsing warmteleve-ring [m³/jaar]	waterverplaatsing koeling [m³/jaar]	debiet warmteleve-ring [m³/h]	debiet koeling [m³/h]
1a	36.000	36.000	20	20
1b	13.000	13.000	10	10
Tribunaal	112.000	112.000	60	50
2	209.000	209.000	110	100
3a	190.000	238.000	75	75
3b	124.000	124.000	70	60
4	256.000	256.000	130	120
Triadome	55.000	55.000	30	20
Johan David Zocherstraat	87.000	87.000	50	40
Dokter van Ledestraat	40.000	40.000	20	20
Dokter Huijserstraat	41.000	41.000	20	20
Totaal	**1.163.000**	**1.211.000**	**595**	**505**

Tabel 8 | Benodigde waterverplaatsing en debiet in Overgoo

deelgebied	waterverplaatsing warmteleve-ring [m³/jaar]	waterverplaatsing koeling [m³/jaar]	debiet warmteleve-ring [m³/h]	debiet koeling [m³/h]
Kopblok-HUB-Werkblok	217.000	217.000	130	140
Vlietblok	96.000	96.000	50	50
Gooblok	65.000	65.000	40	30
Zuidblok - parkblok	219.000	219.000	130	130
1828	35.000	35.000	20	20
Totaal	**632.000**	**632.000**	**370**	**370**

Tabel 9 | Gebruikte bronnen deelgebied Klein Plaspoelpolder

KPP	Bron
1a	spelregelkaart_deellocatie_noord_klein_plaspoelpolder.pdf
1b	spelregelkaart_deellocatie_noord_klein_plaspoelpolder.pdf
Tribunaal	FW_ startoverleg interferentiebeleid bodemenergie.pdf
2	spelregelkaarten_klein_plaspoelpolder-deellocatie_2-3-4_180306.pdf
3a	Techniplan B.V.
3b	spelregelkaarten_klein_plaspoelpolder-deellocatie_2-3-4_180306.pdf
4	spelregelkaarten_klein_plaspoelpolder-deellocatie_2-3-4_180306.pdf
Johan David Zocherstraat	kick-off
Dokter van Ledestraat	kick-off
Dokter Huijserstraat	kick-off

Tabel 10 | Gebruikte bronnen deelgebied Overgoo

Overgoo	Bron
Kopblok-HUB-Werkblok	Ontwikkelkader Overgoo Leidschendam-Voorburg concept 14-07-2021.pdf
Vlietblok	Ontwikkelkader Overgoo Leidschendam-Voorburg concept 14-07-2021.pdf
Gooblok	Ontwikkelkader Overgoo Leidschendam-Voorburg concept 14-07-2021.pdf
Zuidblok - parkblok	Ontwikkelkader Overgoo Leidschendam-Voorburg concept 14-07-2021.pdf
1828	FW: aanpassing concept Bodemenergieplan Overgoo-KPP.pdf

Bijlage 3 - Kentallen en uitgangspunten

Tabel 1 | Kentallen gebouwfuncties op basis van BENG (nieuwbouw)

gebouwfunctie	warmtevraag ruimteverwarming [kWh/m²/jaar]	tapwater vraag [kWh/m²/jaar]	warmtevermogen [W/m²]	koudevraag [kWh/m²/jaar]	koelvermogen [W/m²]
Wonen appartement klein	33	28	35	9	15
Wonen gezinswoning	37	22	35	9	15
Werk en Voorzieningen	40	-	35	30	50

Tabel 2 | Energetische uitgangspunten: dT, COP en SPF

	warmtelevering	koeling
dTontwerp	6,0	8,0
dTgemiddeld	5,0	5,0
COP/SPF ruimteverwarming-/koeling	5,0	5,0
COP/SPF tapwater	3,0	-

Tabel 3 | Verdeling jaarlijkse energievraag en vermogens

	passief (direct uit bronnen)	actief (via warmtepomp)
verwarmingsvermogen	-	100%
warmtevraag	-	100%
koelvermogen	100%	-
koudevraag	100%	-

IF Technology **Creating energy**

IF Technology **Creating energy**

Datum 3 februari 2022
Referentie 70160/SV
Betreft Bodemenergieplan Klein Plaspoelpolder en Overgoo, Leidschendam-Voorburg
Auteur [redacted]

Bijlage bij bodemenergieplan

INLEIDING

Voor de gebieden Klein Plaspoelpolder en Overgoo is een bodemenergieplan opgesteld. Ter onderbouwing van de ordening en de ordeningsregels in het bodemenergieplan zijn berekeningen uitgevoerd. De resultaten van deze berekeningen zijn in de notitie beschreven.

Hydrologische effecten

In het bodemenergieplan zijn zoekgebieden opgenomen waarbinnen bronnen gerealiseerd kunnen worden. Het plaatsen van de bronnen binnen deze zoekgebieden is vrij. Het plangebied is onderverdeeld in verschillende deelgebieden. Per deelgebied is voor de ontwikkelingen in dat deelgebied bepaald welke broncapaciteit voor die ontwikkeling nodig is. Dit is opgenomen in bijlage 2 van het bodemenergieplan. Hieruit is ook te herleiden hoeveel bronnen en welke capaciteit per zoekgebied nodig is. Voor het bepalen van de hydrologische effecten is dit als basis gebruikt.

Bodemopbouw

In onderstaande tabel is de bodemopbouw en de gehanteerde parameters voor de berekeningen opgenomen.

Tabel 1 | Schematisatie bodemopbouw

diepte	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen of weerstand [b]
[m-mv] [a]			[m²/d] of [d]
0 - 15	klei en matig grof zand	deklaag	200 d / 50 m²/d
15 - 50	matig grof tot uiterst grof zand	1e watervoerende pakket	700 m²/d
50 - 60	matig fijn zand, klei en leem	1e scheidende laag	0 - 1.000 d
60 - 120	matig fijn tot matig grof zand en klei- en leemlagen	2e watervoerende pakket	650 m²/d
120 - 130	matig fijn zand en klei	2e scheidende laag	0 - 600 d
130 - 260	matig fijn tot matig grof zand en kleilagen	3e watervoerende pakket	1.400 m²/d
> 260	klei en fijn zand	hydrologische basis	∞

Een korte onderbouwing van de bodemopbouw is opgenomen in het bodemenergieplan. In de bijlage van deze notitie zijn de boorbeschrijvingen van enkele boringen opgenomen.

Het doorlaatvermogen van het eerste en tweede watervoerende pakket is bepaald op basis van de korrelgroottes uit de boorbeschrijvingen uit DINOLoket en gerealiseerde bronnen in Leidschendam-Voorburg. Het doorlaatvermogen in het derde watervoerende pakket is bepaald op basis van korrelgroottes en uitgevoerde capaciteits- en pompproeven bij gerealiseerde open bodemenergiesystemen in Leidschendam-Voorburg en omgeving.

Modelopbouw
Om de hydrologische effecten van het bodemenergiesysteem 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.

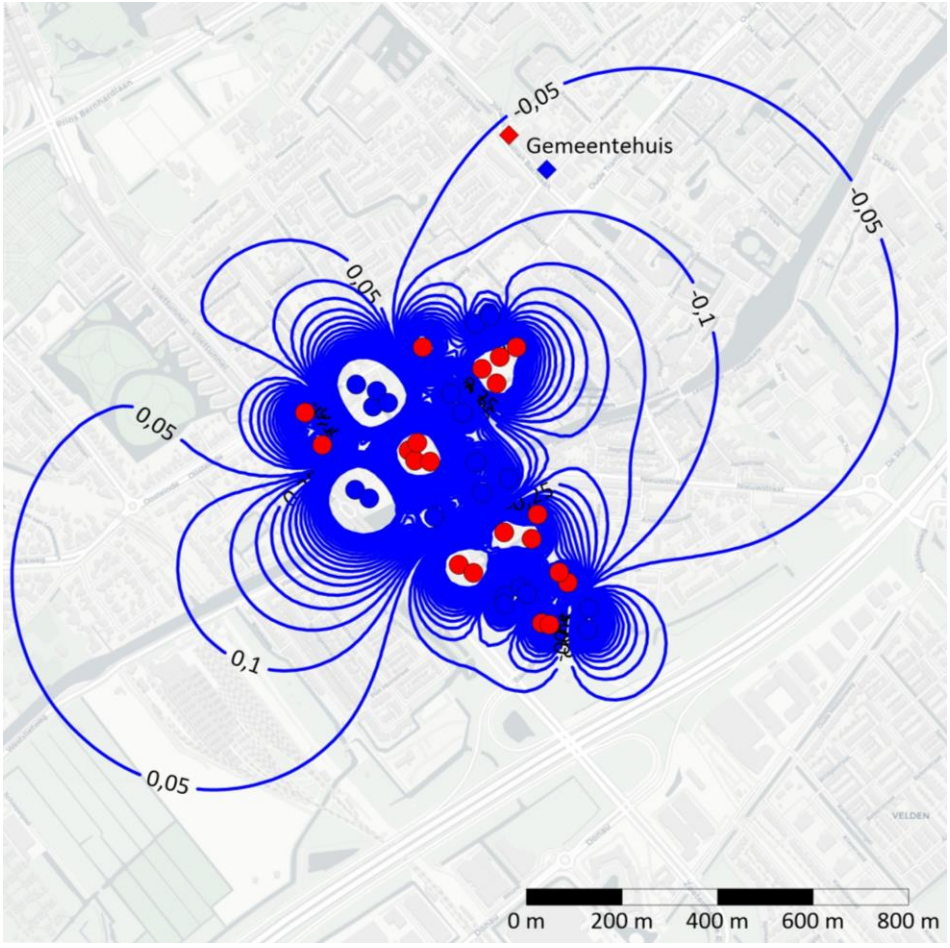
De bodemopbouw in het model is gebaseerd op de geohydrologische schematisatie in Tabel 1. Voor de deklaag is een weerstand van 200 d aangehouden. Voor een worst-case berekening voor de effecten naar ondiepe belangen is voor de eerste en tweede scheidende laag uitgegaan van een weerstand van 1 d. Voor het berekenen van het worst-case effect in het opslagpakket is voor de eerste en tweede scheidende laag uitgegaan van respectievelijk 1.000 d en 600 d. Uitgangspunt is dat de bodemopbouw geldt voor het totale gemodelleerde gebied. In Tabel 2 is de modelopbouw weergegeven.

Tabel 2 | Modelopbouw

diepte	toelichting	doorlaatvermogen	weerstand
[m-mv]		[m²/d]	[d]
0	gesloten bovenrand	-	∞
0 - 10	fictief freatisch watervoerend pakket	50	-
10 - 15	deklaag	-	200
15 - 50	1e watervoerende pakket	700	-
50 - 60	1e scheidende laag	-	1 / 1.000
60 - 120	2e watervoerende pakket	650	-
120 - 130	2e scheidende laag	-	1 / 600
130 - 135	3e watervoerende pakket	55	-
135	fictieve scheidende laag	-	4,5
135 - 155	3e watervoerende pakket (filter)	220	-
155	fictieve scheidende laag	-	7,3
155 - 175	3e watervoerende pakket (filter)	220	-
175	fictieve scheidende laag	-	19
175 - 260	3e watervoerende pakket	935	-
260	hydrologische basis	-	∞

In het bodemenergieplan is per ontwikkeling opgenomen welke broncapaciteit benodigd is op basis van een eerste inventarisatie van de grootte van de ontwikkelingen. Per ontwikkeling zijn indicatief bronnen ingepast binnen de zoekgebieden. In het model is uitgegaan van de broncapaciteiten uit het bodemenergieplan. Wanneer de broncapaciteit lager is dan 50 m³/uur is uitgegaan van een filterlengte van 20 m (135 - 155 m-mv) en bij een hogere capaciteit van een filterlengte van 40 m (135 - 175 m-mv).

Uit de berekeningen volgt dat de invloed op de grondwaterstand in de worst-case situatie 0,04 m bedraagt. In Figuur 1 zijn de hydrologische effecten in het opslagpakket weergegeven voor de worst-case bodemopbouw. De maximale berekende stijghoogteverandering in het opslagpakket bedraagt 6,5 m.



Figuur 1 | Hydrologische effecten in het opslagpakket

De maximale invloed op het bodemenergiesysteem van het Gemeentehuis bedraagt 0,08 m, wat dermate gering is dat dit geen invloed heeft op het functioneren van dit systeem.

Verzilting

Het zoet-/brakgrensvlak ligt op een diepte van circa 60 m-mv en het brak-/zoutgrensvlak op een diepte van circa 65 m-mv. Op basis van het model waarin voor de scheidende lagen een weerstand van 1 d is aangehouden is berekend dat de verticale stroming op de diepte van het brak-/zoutgrensvlak maximaal 6 m. Hierbij is op basis van de uitgangspunten uit het bodemenergieplan uitgegaan van 1.800 vollasturen per seizoen (koel- en verwarmingsseizoen). De verplaatsing is in elk seizoen gelijk, alleen de richting is tegenovergesteld. Op jaarbasis is, bij een waterbalans op jaarbasis, de verticale verplaatsing nihil.

Bij een weerstand van 100 d voor zowel de eerste als de tweede scheidende laag is de verticale stroming ter plaatse van het brak-/zoutgrensvlak nihil.

Het risico op verzilting is bij de gekozen configuratie zeer klein.

Zettingen

De stijghoogteveranderingen als gevolg van het bodemenergiesysteem kunnen zetting veroorzaken. In welke mate deze zettingen daadwerkelijk optreden, hangt af van de zettingsgevoeligheid van de aanwezige bodemlagen en van de grootte van de stijghoogteveranderingen. Daarnaast zijn de eerder opgetreden bodembelastingen van belang. Deze zogenaamde voorbelastingen kunnen hebben plaatsgevonden bij extreem lage stijghoogten in droge jaren of door eerdere (tijdelijke) onttrekkingen.

De potentiële zetting is berekend met de formule van Koppejan. Hiervoor is de bodem geschematiseerd conform de opbouw in Tabel 2. De zettingconstanten zijn ontleend aan NEN-blad 6740 - bladzijde 20. Voor de scheidende lagen is worst-case uitgegaan van matig vaste schone klei. Via deze methode is een maximale eindzetting van 31 mm berekend, waarvan 2 mm in de deklaag (zie bijlage). Het berekende maximale zettingsverhang bedraagt in de directe nabijheid van de bronnen (binnen 10 m rondom de bronnen) maximaal 1 m per 600 m.

In werkelijkheid draait het systeem niet continu op maximaal debiet, waardoor de berekende hydrologische effecten een overschatting zijn. De berekende eindzetting is daarom ook een overschatting van de werkelijk optredende zetting.

In de Nederlandse Norm voor Geotechniek ontwerp (NEN-EN 1997-1+C1+A1, Eurocode 7) zijn normen opgenomen om een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten aan infrastructuur en constructies te voorkomen.

Volgens deze NEN-norm kan verlies van bruikbaarheid optreden wanneer de zetting groter is dan 50 mm en het zettingsverhang (rotatie) groter is dan 1:500. Bij de aanwezigheid van ondiepe zettingsgevoelige bodemlagen, zoals een deklaag, kunnen verschillen in de samenstelling van de betreffende laag aanleiding geven tot verschilzettingen aan maaiveld. Wanneer de veroorzaakte zetting in de deklaag groter is dan 15 mm, kunnen effecten van betekenis optreden (Krachtwerktuigen en IF Technology, 1992).

De berekende maximale eindzetting en de daarmee gepaard gaande verschilzetting zijn beperkt en veroorzaken geen schade aan gebouwen, funderingen, wegen, ondergrondse infrastructuur of constructies.

Spoor

De maximaal berekende eindzetting ter plaatse van het tramspoor dat direct ten westen van het plangebied ligt bedraagt 23 mm, waarvan 9 mm in de deklaag (zie bijlage). Het berekende maximale zettingverhang bedraagt 1 m per 12.500 m.

Het dichtstbijzijnde treinspoor ligt op circa 500 m van het plangebied. De grootte van de zetting en het zettingsverhang ter plaatse van het treinspoor zal kleiner zijn dan bij het tramspoor.

ProRail hanteert voor sporen een maximaal zettingsverhang van 1 m per 1.000 m (6 mm per spoorstaaf van 6 m). Het berekende zettingsverhang ter plaatse van het tramspoor valt ruim binnen deze norm. Daarom zal het zettingsverhang ter plaatse van het treinspoor, welke op grotere afstand dan het tramspoor is gelegen, ook binnen de norm vallen.

Waterkering
De waterkeringen binnen het plangebied betreffen verholen waterkering; waterkeringen die niet duidelijk herkenbaar zijn als dijklichaam. Binnen het plangebied betreft het een oeverbescherming met aangrenzende grond. Met name grote verschilzettingen kunnen van invloed zijn op de stabiliteit van de waterkering. De maximale zetting ter plaatse van een waterkering bedraagt 15 mm, waarvan 4 mm in de deklaag (zie bijlage). Het berekende maximale zettingsverhang bedraagt 1 m per 3.200 m. Ten aanzien van de waterkeringen is met name de zetting in de deklaag van belang, omdat de zetting op grotere diepte naar maaiveld toe uitdempt. Hierdoor zal het zettingsverhang in werkelijkheid kleiner zijn dan berekend. Het zettingsverhang is vele malen kleiner dan de norm die is opgenomen voor infrastructuur en constructies. De bodemenergiesysteem zullen geen invloed hebben op de stabiliteit van de waterkeringen. Per aanvraag moet in overleg met het hoogheemraadschap bepaald worden waar de exacte bronlocaties nabij de waterkeringen mogen komen.

Transportleidingen Dunea
Ten aanzien van de transportleidingen van Dunea wordt verwacht dat, gezien de beperkte zetting van de deklaag, de zetting geen negatieve invloed heeft op de leidingen. De gemeente heeft aangegeven dat de exacte ligging van de Dunea-leidingen niet bekend zijn en dat bij ontwikkelingen middels een proefsleuf/proefsleuven de exacte ligging bepaald kan worden. Geadviseerd wordt om de bronnen buiten de gepresenteerde beschermingszones van de leidingen te realiseren. Wanneer dit niet mogelijk is moet in overleg met Dunea bepaald worden of en op welke afstand van de transportleidingen de bronnen gerealiseerd kunnen worden binnen de beschermingszones en aan welke eisen voldaan moet worden.

Verontreinigingen
In de deklaag kunnen (rest)verontreinigingen voorkomen. Op basis van de worst-case hydrologische berekeningen wordt een maximale verticale stroming over de deklaag van 0,1 m per seizoen berekend. De verplaatsing is in elk seizoen gelijk, alleen de richting is tegenovergesteld. Op jaarbasis is, bij een waterbalans op jaarbasis, de verticale verplaatsing nihil. Gezien de zeer kleine invloed binnen een seizoen is er geen risico op het verplaatsen van verontreinigingen als gevolg van de bodemenergiesystemen.

Zettingsberekening

Versie 29 september 2004

Berekening van eindzetting volgens de methode van Koppejan (combinatie van Terzaghi en Keverling Buisman)

Projectnaam:	Leidschendam-Voorburg
Projectnummer:	70160
Datum berekening:	3-2-2022
Rapport:	Bodemenergieplan
Specialist:	[redacted]
Opmerking(en):	zetting bij de bron

Gebruikte formule van Terzaghi:

$$z = \frac{D}{C} \ln \frac{\sigma_k + \Delta\sigma_k}{\sigma_k}$$

GLG: 1 m-mv

Materiaal	[m-mv] diepte	[m] Dikte	ΔH	[-] Cp	[-] Cs	[-] Conein	[kg/m3] ρ	[N/m²] σκ	[N/m²] Δσκ	[mm] Z
	0									
Onverz.zone		10	0,002	-	-	-	1600	-		0
	10									
Klei		5		15	160	10,909091	1800	88290	407,115	2
	15									
Zand		35	0,081	1000	1,00E+99	1000	2100	296752,5	794,61	0
	50									
Klei		10		15	160	10,909091	2000	534645	1417,55	2
	60									
Zand		60	0,208	1000	1,00E+99	1000	2100	907425	2040,48	0
	120									
Klei		10		15	160	10,909091	2000	1280205	32721,3	23
	130									
Zand		5	6,463	650	1,00E+99	650	2100	1356232,5	63402	0
	135									
Klei		20	6,463	650	1,00E+99	650	2100	1491120	63402	1
	155									
Zand		20	6,308	650	1,00E+99	650	2100	1706940	61881,5	1
	175									
Zand		85	0,034	650	1,00E+99	650	2100	2273467,5	333,54	0
	260									

Totale zetting [mm] 31

Verklaring van de parameters:

symbolen	verklaring	eenheid
D	= Dikte	[m]
ΔH	= Stijghoogteverandering	[m]
Cp	= Primaire zettingsconstante	[-]
Cs	= Seculaire zettingsconstante	[-]
Conein	= Totale zettingsconstante	[-]
ρ	= Bulkdichtheid	[kg/m^3]
σκ	= Korrelspanning	[N/m^2]
Δσκ	= Verandering korrelspanning	[N/m^2]
Z	= Zetting	[mm]
GLG	= Gemiddelde laagste grondwaterstand	[m-mv]

Zettingsberekening

Versie 29 september 2004

Berekening van eindzetting volgens de methode van Koppejan (combinatie van Terzaghi en Keverling Buisman)

Projectnaam:	Leidschendam-Voorburg
Projectnummer:	70160
Datum berekening:	3-2-2022
Rapport:	Bodemenergieplan
Specialist:	[redacted]
Opmerking(en):	zetting bij het tramspoor

Gebruikte formule van Terzaghi:

$$z = \frac{D}{C} \ln \frac{\sigma_k + \Delta\sigma_k}{\sigma_k}$$

GLG: 1 m-mv

Materiaal	[m-mv] diepte	[m] Dikte	ΔH	[-] Cp	[-] Cs	[-] Conein	[kg/m3] ρ	[N/m²] σκ	[N/m²] Δσκ	[mm] Z
	0									
Onverz.zone		10	0,011	-	-	-	1600	-		0
	10									
Klei		5		15	160	10,909091	1800	88290	1785,42	9
	15									
Zand		35	0,353	1000	1,00E+99	1000	2100	296752,5	3462,93	0
	50									
Klei		10		15	160	10,909091	2000	534645	3821	7
	60									
Zand		60	0,426	1000	1,00E+99	1000	2100	907425	4179,06	0
	120									
Klei		10		15	160	10,909091	2000	1280205	8372,84	6
	130									
Zand		5	1,281	650	1,00E+99	650	2100	1356232,5	12566,6	0
	135									
Klei		20	1,281	650	1,00E+99	650	2100	1491120	12566,6	0
	155									
Zand		20	1,514	650	1,00E+99	650	2100	1706940	14852,3	0
	175									
Zand		85	0,283	650	1,00E+99	650	2100	2273467,5	2776,23	0
	260									

Totale zetting [mm] 23

Verklaring van de parameters:

symbolen	verklaring	eenheid
D	= Dikte	[m]
ΔH	= Stijghoogteverandering	[m]
Cp	= Primaire zettingsconstante	[-]
Cs	= Seculaire zettingsconstante	[-]
Conein	= Totale zettingsconstante	[-]
ρ	= Bulkdichtheid	[kg/m^3]
σκ	= Korrelspanning	[N/m^2]
Δσκ	= Verandering korrelspanning	[N/m^2]
Z	= Zetting	[mm]
GLG	= Gemiddelde laagste grondwaterstand	[m-mv]

Zettingsberekening

Versie 29 september 2004

Berekening van eindzetting volgens de methode van Koppejan (combinatie van Terzaghi en Keverling Buisman)

Projectnaam:	Leidschendam-Voorburg
Projectnummer:	70160
Datum berekening:	3-2-2022
Rapport:	Bodemenergieplan
Specialist:	[redacted]
Opmerking(en):	zetting bij waterkering

Gebruikte formule van Terzaghi:

$$z = \frac{D}{C} \ln \frac{\sigma_k + \Delta\sigma_k}{\sigma_k}$$

GLG: 1 m-mv

Materiaal	[m-mv] diepte	[m] Dikte	ΔH	[-] Cp	[-] Cs	[-] Conein	[kg/m3] ρ	[N/m²] σκ	[N/m²] Δσκ	[mm] Z
	0									
Onverz.zone		10	0,005	-	-	-	1600	-		0
	10									
Klei		5		15	160	10,909091	1800	88290	809,325	4
	15									
Zand		35	0,16	1000	1,00E+99	1000	2100	296752,5	1569,6	0
	50									
Klei		10		15	160	10,909091	2000	534645	1917,86	3
	60									
Zand		60	0,231	1000	1,00E+99	1000	2100	907425	2266,11	0
	120									
Klei		10		15	160	10,909091	2000	1280205	9236,12	7
	130									
Zand		5	1,652	650	1,00E+99	650	2100	1356232,5	16206,1	0
	135									
Klei		20	1,652	650	1,00E+99	650	2100	1491120	16206,1	0
	155									
Zand		20	1,662	650	1,00E+99	650	2100	1706940	16304,2	0
	175									
Zand		85	0,097	650	1,00E+99	650	2100	2273467,5	951,57	0
	260									

Totale zetting [mm] 15

Verklaring van de parameters:

symbolen	verklaring	eenheid
D	= Dikte	[m]
ΔH	= Stijghoogteverandering	[m]
Cp	= Primaire zettingsconstante	[-]
Cs	= Seculaire zettingsconstante	[-]
Conein	= Totale zettingsconstante	[-]
ρ	= Bulkdichtheid	[kg/m^3]
σκ	= Korrelspanning	[N/m^2]
Δσκ	= Verandering korrelspanning	[N/m^2]
Z	= Zetting	[mm]
GLG	= Gemiddelde laagste grondwaterstand	[m-mv]