

# Laakhaven/College Campus Den Haag

Bodemenergieplan





Datum 5 november 2020  
Referentie 69198/RS/20201105  
Betreft Bodemenergieplan Laakhaven/College Campus Den Haag  
Behandeld door   
Gecontroleerd door   
Versienummer Definitief

**OPDRACHTGEVER**

Gemeente Den Haag  
Postbus  
postcode Den Haag

**ADVISEUR BODEMENERGIE**

IF Technology BV  
Postbus 605  
6800 AP Arnhem  
contactpersoon:

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	
<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Kader	4
1.2 Interferentiegebied	5
1.3 Aanleiding bodemenergieplan	6
1.4 Doel van een bodemenergieplan	7
1.5 Thermisch invloedsgebied	7
1.6 Energietransitie Den Haag	7
1.7 Collectiviteitseis	8
<b>2 Gebruiksregels</b>	<b>9</b>
2.1 Gebruiksregels open bodemenergiesystemen tweede en derde watervoerende pakket	9
2.2 Gebruiksregel gesloten bodemenergiesystemen	9
<b>3 Algemene toelichting</b>	<b>10</b>
3.1 Principe bodemenergie	10
3.1.1 Open en gesloten systemen	10
3.1.2 Indeling open systemen	10
<b>4 Bodemopbouw en belangen</b>	<b>12</b>
4.1 bodemeigenschappen	12
4.1.1 Bodemgeschiktheid open systemen	12
4.1.2 Bodemgeschiktheid gesloten systemen	14
4.2 Bodembelangen	15
<b>5 Juridisch kader bodemenergie</b>	<b>19</b>
5.1 Open systemen	19
5.2 Gesloten systemen	20
5.3 Lozingen	21
5.4 Maatregelen Verontreinigingssituatie	22
<b>6 Match vraag en aanbod</b>	<b>23</b>
6.1 Bouwprogramma	23
6.2 Warmte- en koudevraag	23
6.3 Bodempotentieel open bodemenergiesystemen	24
6.4 match vraag/aanbod	26
<b>7 Toelichting gebruiksregels</b>	<b>27</b>
7.1 Gebruiksregels open bodemenergiesystemen tweede en derde watervoerende pakket	27
7.2 Gebruiksregel gesloten systemen	29
<b>Bijlage 1 Berekening koude- en warmte-overschot</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage 2 - Plankaart</b>	<b>33</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 KADER

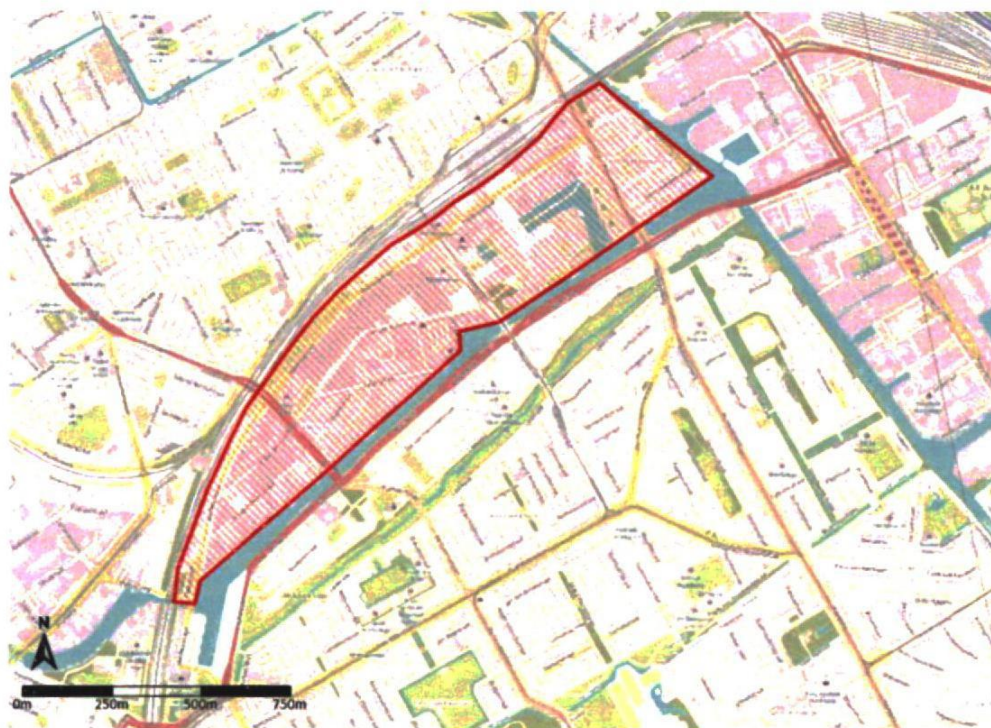
De gemeente Den Haag heeft het Central Innovation District (CID) als intensiveringsgebied aangewezen voor grootschalige ontwikkelingen met een economisch programma, voorzieningen en woningbouw. Het CID ligt tussen en rondom de stations Holland Spoor, Den Haag Centraal en Laan van NOI. Het CID is een gebied met diverse functies: wonen in hoge dichtheden, winkels, kantoor en recreatie. Naast een economisch hart van de stad moet het gebied duurzaam en leefbaar zijn.

Het (ontwerp) Stedelijk Energie Plan Den Haag zegt hierover:

*Energie uit hernieuwbare bronnen is schaars. Dit betekent dat we de energie zo efficiënt mogelijk moeten gebruiken en verdelen over de stad. Nieuwbouw is goed te isoleren. Die verwarmen we bij voorkeur met lage temperatuur bronnen zoals warmte-koude opslag, aquathermie, of lage temperatuur restwarmte. In Den Haag hebben we het geluk dat er in de bodem bruikbare energie beschikbaar is. Deze moeten we optimaal benutten.*

De gebiedstransformatie van het CID is een uitgelezen kans om de ruimtevraag van nieuwe duurzame vormen van energieopwekking, -transport en -opslag optimaal te integreren met de andere (ruimtelijke) opgaven die in het gebied spelen.

Deze rapportage gaat over het deelgebied Laakhavens/College Campus Den Haag zoals weergegeven in Figuur 1.1. In de onderliggende rapportage wordt gerefereerd naar dit gebied met de naam College Campus.



Figuur 1.1 | Demarcatie projectgebied Laakhaven/College Campus Den Haag.

## 1.2 INTERFERENTIEGEBIED

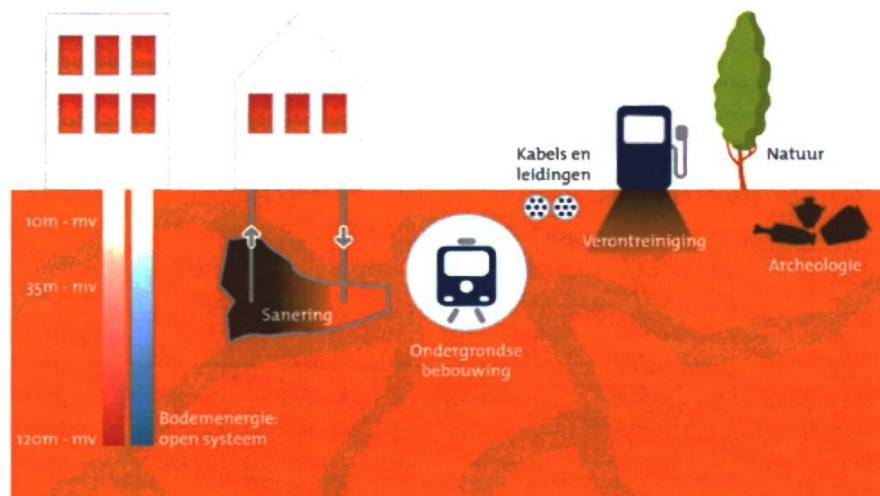
De College Campus Den Haag wordt met de verordening interferentiegebieden bodemenergiesystemen Den Haag 2020 aangewezen als interferentiegebied. Als het interferentiegebied College Campus Den Haag wordt geografisch de wijk cq. het oppervlak verstaan begrenst door:

- De spoorbaan ten noorden van de Waldorpstraat (noordelijke begrenzing) als ook ten noorden van de Bontekoestraat (noordoostelijke begrenzing);
- Het gebied ten oosten van de Bontekoekeade tot aan de watergang Trekvlief (oostelijke begrenzing) als ook het gebied ten oosten van de Swammerdamstraat en de Goudriaankade tot aan de watergang Trekvlief (zuidoostelijke begrenzing);
- Het gebied ten zuiden van de Goudriaankade tot aan het water van Laakhaven (zuidoostelijke begrenzing) als ook de Cruquiuskade (zuidelijke begrenzing) als ook het gebied ten zuiden van het Stamkartplein, Van der Kunstraat, Lulofsstraat, de Verheeskade en de Calandkade tot aan het water van Laakhaven (zuidwestelijke begrenzing);
- Vanaf de Calandkade naar de Waldorpstraat tot aan het water van het Laakkanaal als ook het gebied ten zuiden de Viaductweg tot aan het Laakkanaal en het spoor (westelijke begrenzing).

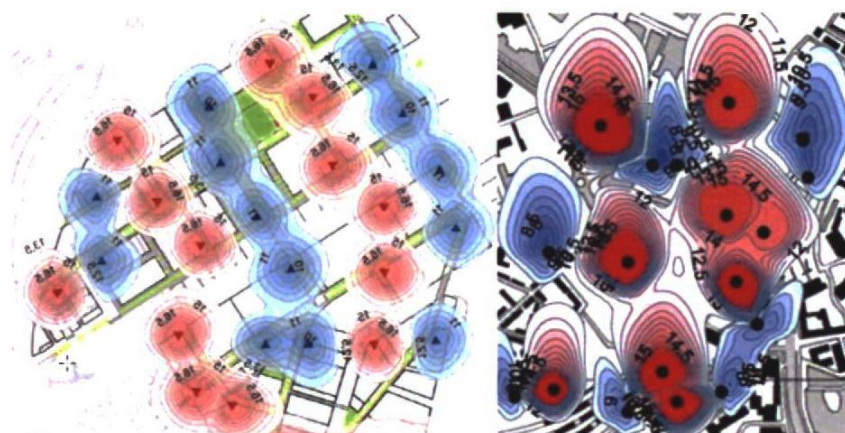
### 1.3 AANLEIDING BODEMENERGIEPLAN

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 alle mogelijk partijen die zich vestigen binnen het gebied van College Campus Den Haag gebruik kunnen maken van duurzame bodemenergie. Regie zorgt ervoor dat ongewenste interferentie (negatieve interactie) tussen bodemenergiesystemen onderling of met andere ondergrondse functies wordt voorkomen, en dat er optimaal gebruik wordt gemaakt van het beschikbare potentieel aan bodemenergie. Zie Figuur 1.3 voor een illustratie hiervan.



Figuur 1.2 | Overzicht ondergrondse functies.



Figuur 1.3 | Voorbeeld van thermische effecten bodemenergie, met ordening van de ondergrond op basis van een bodemenergieplan (links) of zonder ordening met verlies aan beschikbare bodempotentie (rechts).

#### 1.4 DOEL VAN EEN BODEMENERGIEPLAN

Een bodemenergieplan geeft de gemeente Den Haag de mogelijkheid om de ondergrondse inrichting van College Campus Den Haag met betrekking tot bodemenergiesystemen te registreren met als doel optimaal gebruik te maken van de ondergrond voor bodemenergie. De gemeente zet hierbij in op de toepassing van (collectieve) open bodemenergiesystemen. De toepassing van gesloten bodemenergiesystemen is echter niet uitgesloten. Dit is nader toegelicht in Hoofdstuk 6.

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.

#### 1.5 THERMISCH INVLOEDSGEBIED

Door de hoge intensiteit aan systemen binnen het interferentiegebied College Campus ontstaat de situatie dat het thermische invloedgebied van de bodemenergiesystemen ook gaat reiken buiten het aangewezen interferentiegebied. Dit is van toepassing voor het derde watervoerende pakket waarin als gevolg van de gekozen zones een groter aantal koude dan wel warme bronnen bij elkaar gepositioneerd kan gaan worden. Op basis van de gekozen indeling en de voor de bronnen te hanteren uitgangspunten kan gesteld worden dat het thermische invloedgebied buiten het aangewezen interferentiegebied kan reiken tot circa 90 meter. Om te voorkomen dat er negatieve interferentie gaat optreden met systemen die net buiten het interferentiegebied worden gerealiseerd, is een bufferzone opgenomen. Binnen deze zone dienen systemen zich te conformeren aan de vastgestelde zoekgebieden voor koude en warme bronnen.

#### 1.6 ENERGIETRANSITIE DEN HAAG

De visie van gemeente Den Haag is opgenomen in het (Ontwerp) Stedelijk Energie Plan (RIS 305064). Vanuit dit plan zijn de onderstaande uitgangspunten van belang voor de transitie van fossiele naar duurzame en hernieuwbare energie.

##### **Optimaal benutten van lokale duurzame bodemenergie**

De transitie van aardgas als energiebron naar hernieuwbare energiebronnen, alsook duurzaamheid en milieukwaliteit zijn voor Gemeente Den Haag belangrijke uitgangspunten bij de ontwikkeling van College Campus. Nieuwbouw in College Campus wordt aangesloten op een netwerk waaraan meerdere WKO-bronnen zijn gekoppeld. Daarmee is er voldoende warmteopslagcapaciteit in de bodem aanwezig. Waar nodig wordt er aanvullend warmte uit oppervlaktewater en afvalwater gebruikt om nieuwbouw te verwarmen en koelen. De warmte die overblijft kan worden gebruikt voor bestaande bouw die geschikt gemaakt moet worden voor lage temperatuur warmte (bron: (Ontwerp) Stedelijk Energie Plan). Daarbij letten we op een evenwichtig en efficiënt gebruik van de bodem, zowel wat betreft ruimtebeslag als benutting van het bodempotentieel.

#### **Duurzame warmte en koude voor zoveel mogelijk gebouwen**

Toepassing van gesloten bodemwarmtewisselaars dieper dan 90 meter is niet gewenst in dit gebied, omdat daarmee de bodemcapaciteit enkel benut kan worden voor individuele aansluitingen en daarmee anderen in het gebied uitgesloten worden van duurzame bodemenergie. Daarom worden in dit Bodemenergieplan College Campus interferentiegebieden aangewezen waarmee een diepterestrictie van kracht is in het gebied, zodat de bodemenergiecapaciteit optimaal benut kan worden voor het gehele gebied en zoveel mogelijk woningen en vastgoed kan worden aangesloten.

Daarnaast heeft de gemeente de wens om, waar mogelijk ook bestaande bouw op het warmte-koude-net aan te sluiten. In de regel heeft (vooral de oudere) bestaande bouw behoefte aan hogere temperaturen dan een laagtemperatuur warmtenet kan bieden. Echter, indien bestaande bouw zodanig wordt geïsoleerd en verduurzaamd dat de warmtevraag van het gebouw verlaagd wordt, kan ook bestaande bouw, al dan niet met een eigen conversie naar een hogere temperatuur, op een laagthermisch warmtenet worden aangesloten.

#### **Fossiel energieverbruik voorkomen**

Het verlagen van de verwarmingsbehoefte van bestaande bouw is een kostbare opgave die een lange transitietijd heeft. Op de lange termijn wordt het stadswarmtenet steeds meer voorzien van duurzame bronnen, echter deze zijn net als laagthermische bronnetten ook beperkt in de maximale capaciteit per dag. Wanneer alle bestaande bouw in Den Haag van het gas af zou gaan en op het stadswarmtenet zou worden aangesloten, dan is er in de toekomst ook in het stadswarmtenet onvoldoende duurzame hoogthermische warmte beschikbaar voor de gehele stad. Daarom is het de visie van Den Haag om het stadswarmtenet, in beginsel alleen in te zetten voor bestaande bouw met een hogere temperatuur verwarmingsbehoefte.

Om de lokaal aanwezige duurzame warmte- en koude optimaal te benutten, wil de gemeente de nieuwbouw heel bewust niet (doen) aansluiten op hoogthermische warmtenetten. Anders zou de totale warmtevraag naar hoge temperatuurwarmte in de stad juist worden vergroot. Zo voert de gemeente regie op de energietransitie in de stad en draagt bij aan de aardgasvrije doelstellingen van Den Haag en het landelijk Klimaatakkoord.

### **1.7 COLLECTIVITEITSEIS**

Zoals beschreven in paragraaf 1.6 heeft de gemeente Den Haag als één van de Energietransitie uitgangspunten (zie (Ontwerp) Stedelijk Energie Plan) gesteld dat zoveel mogelijk gebruik moet worden gemaakt van lokaal aanwezig energiebronnen alvorens energie van buiten de gebiedsgrenzen wordt aangevoerd. Voor WKO-bronnen geldt dat deze efficiënter de aanwezige bodempotentie kunnen benutten wanneer deze gekoppeld zijn en samenwerken, dan wanneer de capaciteiten van meerdere individuele bronnen worden opgeteld. De gemeente wenst de energieopwekking ten behoeve van verwarming en koeling te gaan aanbesteden in een concessieopdracht. Daarmee borgt de gemeente de zekerheid dat het aanwezige bodempotentieel ook daadwerkelijk optimaal benut gaat worden en wordt de mogelijkheid gecreëerd om ook bestaande bouw aan te sluiten. Voor College Campus betekent dit dat in principe alle WKO-posities in het gebied door de Provincie Zuid-Holland vergund worden aan de marktpartij die middels Europese aanbesteding door de gemeente wordt geselecteerd om de opdracht uit te voeren.

Alle vergunningaanvragen worden getoetst op deze collectiviteitseis. De onderbouwing voor de gewenste collectiviteit van de WKO warmteopwekking is opgenomen in het warmteplan Laakhavens.



## 2 Gebruiksregels

Onderstaande gebruiksregels stellen de voorwaarden voor toepassing van de verschillende vormen van bodemenergie binnen het gebied College Campus Den Haag. De gebruiksregels gelden binnen het gebied zoals weergegeven op de bodemenergiekaart zoals opgenomen in Bijlage 1. De gebruiksregels zijn aanvullend op de wettelijke regels die worden gesteld aan bodemenergie.

Ontwikkende partijen die in het gebied een bodemenergiesysteem willen realiseren, dienen zich te allen tijde te houden aan de wettelijke kaders voor bodemenergie. In Hoofdstuk 5 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. Een nadere toelichting op de onderstaande gebruikersregels staat beschreven in hoofdstuk 7.

### 2.1 GEBRUIKSREGELS OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN TWEDE EN DERDE WATERVOERENDE PAKKET

1. Het open bodemenergiesysteem moet worden uitgevoerd als een doubletsysteem in het tweede (ca. 90 - 115 m-mv) of het derde watervoerende pakket (ca. 125 - 250 m-mv).
2. Open bodemenergiesystemen uitgevoerd als recirculatiesystemen zijn niet toegestaan.
3. Vanuit de initiatiefnemers(s) bestaat een inspanningsplicht om bronnen op maximale capaciteit uit te leggen.
4. De warme en koude bronnen van een open bodemenergiesysteem dienen binnen de aangegeven warme (rode) en koude (blauwe) zones te worden gepositioneerd.
5. Nabij de reeds vergunde monobron van Waldo City dienen de warme dan wel koude bronnen van toekomstige ontwikkelingen aan te sluiten op de diepte van de filters van de monobron van Waldo City. Deze gebieden zijn gemarkeerd in Bijlage 2 (aangepast koud/warm).
6. 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 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.
7. Nieuwe open bodemenergiesystemen in de bufferzone dienen aan te sluiten op het strokenpatroon uit het bodemenergieplan. Aangetoond dient te worden dat een nieuw bodemenergiesysteem geen nadelige invloed heeft.
8. Afwijkingen op deze gebruiksregels dienen met gedegen en voldoende onderbouwing ter goedkeuring aan de provincie Zuid-Holland te worden voorgelegd.

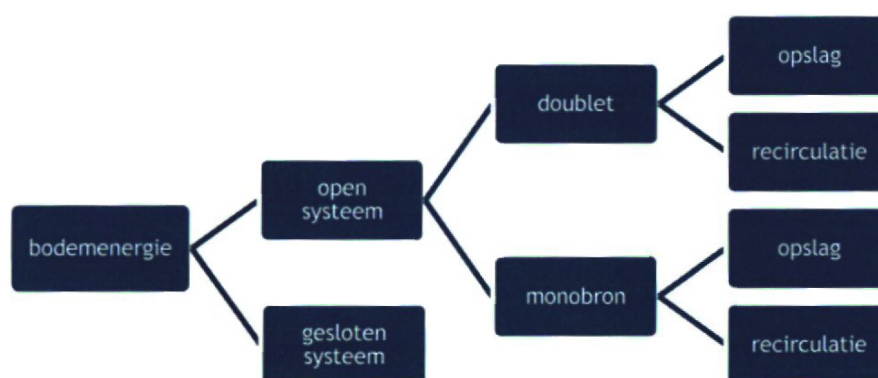
### 2.2 GEBRUIKSREGEL GESLOTEN BODEMENERGIESYSTEMEN

1. Gesloten bodemenergiesystemen mogen tot een maximale diepte van 90 m-mv gerealiseerd worden.
2. De bodemlussen van een gesloten bodemenergiesysteem moeten op eigen kavel worden aangebracht.
3. Afwijkingen op deze gebruiksregels dienen met gedegen en voldoende onderbouwing ter goedkeuring aan de gemeente Den Haag 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.

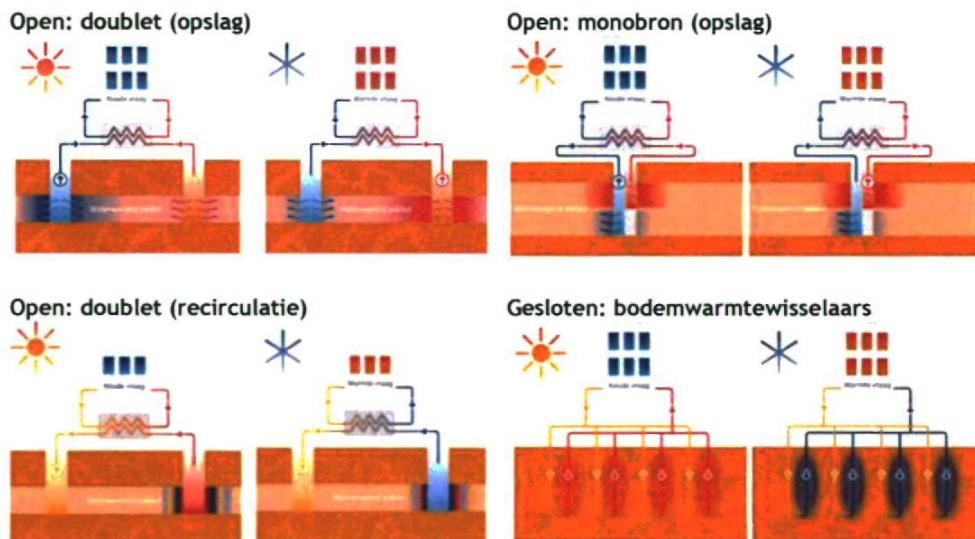
### Doublet en monobron

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 geïnfilteerd 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

## 4 Bodemopbouw en belangen

### 4.1 BODEMEIGENSCHAPPEN

Het technisch functioneren van een open bodemenergiesysteem is afhankelijk van een aantal bodemeigenschappen:

- Een geschikte zandlaag die voldoende capaciteit biedt voor de opslag van koude en warmte.
- Grondwaterstroming: voor open systemen zijn de snelheid en de richting van de grondwaterstroming van belang bij het positioneren van de bronnen. Bij een hoge grondwaterstroming kan thermische interactie tussen de warme en koude bellen optreden, of kan de opgeslagen energie sneller afstromen. Dit dient in verband met rendementsverlies te worden voorkomen.
- Grondwaterkwaliteit; de chemische samenstelling en de temperatuur van het grondwater zijn van belang voor het goed functioneren van een open systeem.
- De ligging van het zoet-/brak-/zout grensvlak in de bodem; een open systeem mag geen verzilting veroorzaken die ontstaat door het mengen van verschillende watertypes.

Bovengenoemde aspecten worden verder in dit hoofdstuk behandeld. Daarbij wordt aangegeven in hoeverre ze de haalbaarheid van open bodemenergiesystemen in het gebied van College Campus Den Haag beïnvloeden. Dit geeft een globaal beeld van de haalbaarheid, gebaseerd op een geohydrologisch vooronderzoek. Elke initiatiefnemer van bodemenergie binnen het projectgebied 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.

#### 4.1.1 Bodemgeschiktheid open systemen

De bodemopbouw in de directe omgeving van College Campus Den Haag is beschreven op basis van de volgende gegevens:

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

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd in een aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen. Tabel 4.1 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 4.1 | Schematisatie van de bodem

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologische benaming
0 - 20	klei, matig fijn tot matig grof zand	deklaag
20 - 75	matig fijn tot zeer grof zand	1 <sup>e</sup> watervoerende pakket
75 - 90	klei en matig fijn zand	1 <sup>e</sup> scheidende laag
90 - 115	matig fijn tot matig grof zand met kleilagen	2 <sup>e</sup> watervoerende pakket
115 - 125	klei	2 <sup>e</sup> scheidende laag
125 - 265	matig fijn tot matig grof zand met kleilagen	3 <sup>e</sup> watervoerende pakket
> 265	klei en fijn zand	hydrologische basis

\* m-mv = meter minus maaiveld; het maaiveld bevindt zich op circa 0,6 m+NAP

#### 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). In dit bodemenergieplan is ervoor gekozen om het eerste watervoerende pakket (vooralsnog) niet open te stellen voor open bodemenergiesystemen.

#### Tweede watervoerende pakket

Gezien de beperkte dikte van het tweede watervoerende pakket, is dit pakket niet geschikt voor het grootschalig toepassen van open bodemenergiesystemen. Wel kan dit pakket gebruikt worden voor kleine doublet systemen.

#### Derde watervoerende pakket

Het derde watervoerende pakket bestaat uit matig fijn tot grof zand. Dit pakket (125 - 265 m-mv) is het meest geschikt voor de beoogde toepassing van open bodemenergiesystemen. Verwacht wordt dat een broncapaciteit tussen de 75 tot 125 m<sup>3</sup>/uur per bron haalbaar is in dit pakket.

#### Overige geohydrologische eigenschappen open systemen

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 4.2.

#### Zoet-/brak-/zout-overgangen

Op basis van informatie uit REGIS en de Grondwaterkaart van Nederland blijkt dat het zoet-/brak-grensvlak zich op een diepte van circa 60 à 70 m-mv bevindt binnen het projectgebied van College Campus Den Haag.

Onderin het eerste watervoerende pakket, vlak onder het zoet-brak grensvlak, bevindt zich de overgang van brak naar zout grondwater. Het derde watervoerende pakket bevat zout grondwater.

#### Deeltjes

Het derde watervoerende pakket bevat fijne zandlagen, bijmengingen en kleilaagjes. Fijne zand-deeltjes en kleideeltjes kunnen verstopping van de bronfilters veroorzaken. Dit is een bekend verschijnsel in Den Haag en omstreken. Hier moet in het bronontwerp rekening mee gehouden worden

om de risico's op bronverstopping te minimaliseren. Geadviseerd wordt om voor de realisatie van de bronnen een booraannemer te selecteren die ruime ervaring heeft met het realiseren van bronnen in Den Haag en omstreken.

Tabel 4.2 | Geohydrologische eigenschappen voor een open bodemenergiesysteem

parameter	toelichting
grondwaterstand	✓ 1,2 m-mv (2,2 - 0,8 m-mv) (bron: peilbuis CP0536, CP0533, CP0367)
stijghoogte 1 <sup>e</sup> watervoerend pakket	✓ 1,8 m-mv (2,1 - 1,6 m-mv) (bron: peilbuis B30G0221)
stijghoogte 2 <sup>e</sup> watervoerend pakket	✓ circa 2 m-mv (bron: REGIS)
stijghoogte 3 <sup>e</sup> watervoerend pakket	✓ circa 1,7 m-mv (bron: REGIS)
artesisch grondwater	✓ niet aanwezig
grondwaterstroming 3 <sup>e</sup> watervoerende pakket	✓ < 5 m/jaar in zuid/zuidoostelijke richting
zoet/brak/zout-grensvlak	✓ circa 60 - 70 m-mv
gas	✓ geen afwijkende gasdruk verwacht
deeltjes	⚠ mogelijk verhoogd risico op deeltjes door kleibijmenging
redox	✓ geen redoxovergang in opslagpakket (3 <sup>e</sup> wvp)
temperatuur opslagpakket	✓ 12 - 14,0 °C (125 - 255 m-mv)

#### 4.1.2

#### Bodemgeschiktheid gesloten systemen

Voor het benutten van het maximale potentieel aan bodemenergie binnen College Campus Den Haag is een scheiding tussen de open en gesloten bodemenergiesystemen aangehouden. Voor een eenduidige en eenvoudige ordening is het uitgangspunt dat open bodemenergiesystemen toegepast kunnen worden in het tweede of het derde watervoerende pakket vanaf een diepte van 90 of 125 m-mv en de gesloten systemen tot een diepte van 90 m-mv. Hiermee kan kavel specifiek worden gekozen en is het ook mogelijk om open en gesloten bodemenergiesystemen "boven" elkaar te realiseren.

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een gesloten bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 4.3.

Tabel 4.3 | Geohydrologische eigenschappen voor gesloten bodemenergiesysteem

parameter	toelichting
grondwaterstand	✓ circa 1,2 m-mv
stijghoogten	✓ 1 <sup>e</sup> watervoerende pakket: circa 1,8 m-mv 2 <sup>e</sup> watervoerende pakket: circa 2,0 m-mv 3 <sup>e</sup> watervoerende pakket: circa 1,7 m-mv
stromingssnelheid- en richting	✓ 1 <sup>e</sup> watervoerende pakket: 15 m/jaar in zuidoostelijke richting 2 <sup>e</sup> watervoerende pakket: 5 m/jaar in zuidoostelijke richting 3 <sup>e</sup> watervoerende pakket: < 5 m/jaar in zuidoostelijke richting
gemiddelde temperatuur	✓ circa 12,5 °C (0 - 265 m-mv)
gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt	✓ 2,1 W/(m.K) (0 - 265 m-mv)
gemiddelde warmtecapaciteit	✓ 2,5 MJ/(m <sup>3</sup> .K) (0 - 265 m-mv)
<span>✓</span> geschikt, geen belemmering of aandachtspunt <span>⚠</span> aandachtspunt of risico <span>✗</span> hoog risico of belemmering	

## 4.2 BODEMBELANGEN

In Tabel 4.4 zijn de relevante belangen opgenomen die van invloed kunnen zijn op de werking van een open bodemenergiesysteem binnen het tweede dan wel derde watervoerende pakket en/of gesloten bodemenergiesysteem in het projectgebied College Campus Den Haag. Het gaat om zowel technische als juridische aspecten.

Tabel 4.4 | Technische en Juridische aspecten bodemenergiesysteem

belangen		toelichting
bodemenergieplan of interferentiegebied	✓	niet gelegen in bodemenergieplan of interferentiegebied
grondwatergebruikers	⚠	1 open bodemenergiesystemen en permanente onttrekkingen in of nabij het projectgebied
gesloten bodemenergiesystemen	✓	geen gesloten bodemenergiesystemen in of nabij het projectgebied
zettingen	✓	noemenswaardige zetting wordt niet verwacht
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een waterwingebied
natuurbelangen	✓	geen beschermde natuur aanwezig in of nabij plangebied
archeologie	✓	geen hoge verwachting archeologische waarden
aardkundig waardevol gebied	✓	niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
verontreinigingen	⚠	2 verontreiniging aanwezig (bron: Omgevingsdienst Haaglanden, BodemLoket)
waterkering	✓	regionale waterkeringen aanwezig nabij delen van het plangebied, vormen naar verwachting geen belemmering
spoor	⚠	3 spoor aanwezig aan de rand van het plangebied
begraafplaats	✓	geen begraafplaats aanwezig binnen het plangebied
ondergrondse infrastructuur	⚠	4 binnen het plangebied zijn veel ondergrondse belangen aanwezig
lozingen	⚠	5 beperkt debiet toegestaan op riool
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt	⚠ aandachtspunt of risico	✗ hoog risico of belemmering

### 1. Open bodemenergiesystemen

Binnen het interferentiegebied College Campus Den Haag bevinden zich reeds vergunde openbodemenergiesystemen. Daarnaast zijn er een aantal ontwikkelingen bekend die momenteel of binnenkort beginnen met een vergunning aanvraag voor een open bodemenergiesysteem. In Tabel 4.5 en Figuur 4.1 zijn de huidige vergunde systemen weergegeven met daarbij ook de op dit moment bekende ontwikkelingen van Stationspostgebouw en The Grace. Voor de ontwikkelingen van Stationspostgebouw en The Grace zijn al potentiële bronlocaties ingetekend. Deze potentiële locaties zijn echter nog onderhevig aan veranderingen en zijn nog niet vergund. De aankomende ontwikkelingen van The Embrace en Leeghwaterplein zijn nog in de haalbaarheidsfase, hier zijn nog geen potentiële bronlocaties voor bepaald. Conform de plannen bevindt de ontwikkeling van The Embrace zich direct naast het kruispunt van de Calandstraat met de Waldorpstraat. Hierbij gaat het om een plan voor de ontwikkeling van drie nieuwe woontorens. De ontwikkeling van Leeghwaterplein bevindt zich nabij de straat Leeghwaterplein, echter is er momenteel nog niet veel informatie over dit project beschikbaar.



Figuur 4.1 | Bestaande systemen en toekomstige ontwikkelingen binnen het plangebied College Campus Den Haag.

Tabel 4.5 | Open bodemenergiesystemen binnen het interferentie gebied College Campus Den Haag.

bedrijfsnaam	debiet [m <sup>3</sup> /uur]	vergunde waterhoeveelheid [m <sup>3</sup> /jaar]	watervoerend pakket
<b>Vergunde systemen</b>			
Waldo City (monobron)	34	243.000	3 <sup>e</sup>
Waldo Mountains (doublet)	45	296.600	3 <sup>e</sup>
Haagse Hogeschool (4 doubletten)	400	600.000	3 <sup>e</sup>
Haagse Hoge Huis (2 doubletten)	112	223.000	1 <sup>e</sup>
<b>Ontwikkelingen*</b>			
Stationspostgebouw	600	1.740.000	3 <sup>e</sup>
The Grace	320	1.498.000	3 <sup>e</sup>
The Embrace	300	1.400.000	3 <sup>e</sup>
Leeghwaterplein	300	1.400.000	3 <sup>e</sup>

\* Exacte uitgangspunten zijn momenteel onbekend en onderhevig aan veranderingen

## 2. Verontreinigingen

De regio Laakhaven, wat een groot oppervlak beslaat van het interferentiegebied van College Campus, is van oudsher een industriegebied. Als gevolg van deze historische activiteiten is lokaal de deklaag dan wel het eerste watervoerende pakket verontreinigd.



### **Verontreinigingssituatie in relatie tot een open bodemenergiesysteem**

Conform beschikbare bodeminformatie in Den Haag, komt naar voren dat het gebied lokaal is verontreinigd door de industriële activiteiten die in het verleden hebben plaatsgevonden. Het gaat met name om verontreinigingen met minerale olie en zware metalen die zich bevinden in de deklaag dan wel het eerste watervoerende pakket.

Het eerste en tweede watervoerende pakket zijn van elkaar gescheiden door middel van een eerste scheidende laag met een dikte van circa 25 meter. Door deze scheidende laag is de interactie tussen het eerste en tweede watervoerende pakket zeer beperkt. Dit betekent dat er geen verontreinigingen dieper dan het eerste watervoerende pakket bekend zijn en verwacht worden. Voor open bodemenergiesystemen die gerealiseerd en in gebruik genomen zouden worden binnen het eerste watervoerende pakket is dit een aandachtspunt. Voor het in gebruik hebben van open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket, bestaat er nagenoeg geen risico voor het aantrekken en daarmee verplaatsen van de verontreinigingen uit de deklaag. De verontreinigingssituatie vormt daarom geen belemmering voor het in gebruik hebben van open bodemenergiesystemen in het derde watervoerende pakket.

Bij de realisatie van bronnen dient rekening gehouden te worden met de verontreinigingssituatie. Verontreinigde grond die tijdens het boren vrijkomt dient afgevoerd te worden. Omdat ten allen tijde tijdens het boren een overdruk in het boorgat gehandhaafd wordt, zal er geen verontreiniging in het boorgat terecht kunnen komen. Tijdens het boren wordt de verontreiniging “weggeduwd” van het boorgat door het schone werkwater. Wanneer door de verontreiniging heen geboord is, moet het werkwater ververs worden. Hierna kan doorgeboord worden tot de gewenste diepte.

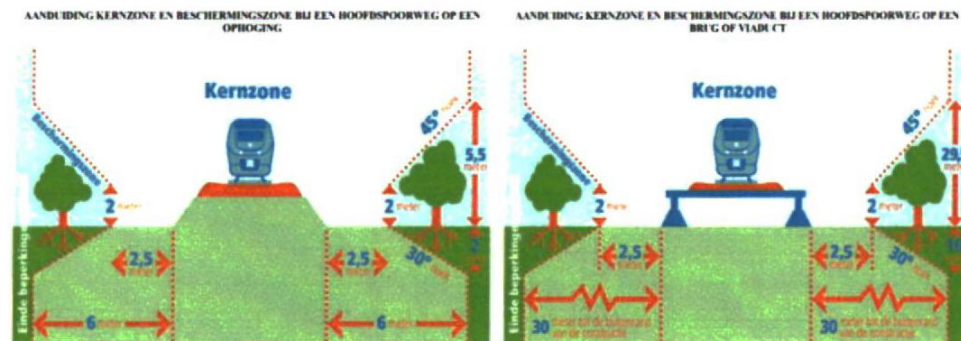
Voor het boren van bronnen van een bodemenergiesysteem in een gebied met bodemverontreiniging dient de booraannemer gecertificeerd te zijn en dient hij te werken conform de BRL-SIKB-2101, mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer om dient te gaan met eventuele verontreinigingen om verspreiding van verontreinigingen en veiligheidsrisico's te voorkomen. Hierin is de hierboven beschreven manier van omgang met de verontreiniging opgenomen.

### **3. Spoor**

De noordzijde van het projectgebied wordt omsloten door de spoorbaan van Den Haag Hollands Spoor. Bronnen dienen op een minimale afstand van 6 meter van de kernzone tot het spoor te worden gerealiseerd, daar waar het spoor over een verhoging loopt. In delen van het plangebied loopt het spoor over een brug, hier geldt een minimale afstand van 30 meter tot de buitenrand van de constructie (Figuur 4.2). Daarnaast dienen de bronnen met name in het eerste pakket te worden afgestemd op het spoor in verband met zettingsrisico's.

### **4. Ondergrondse infrastructuur**

Binnen het plangebied bevinden zich veel ondergrondse belangen, hierbij moet men denken aan aanwezige kabels en leidingen, boomwortels en parkeergarages. Bij de inpassing van bronnen binnen een zoekgebied, dient doormiddel van detailinpassing gezocht te worden naar geschikte bronlocaties. Via een klic (graafmelding) kunnen de ondergrondse belangen per project in kaart worden gebracht. Daarnaast dient men rekening te houden met boomwortels en beschikbare ruimte voor het opstellen van een boorwagen voor zowel realisatie als wel het onderhoud van de bronnen.



Figuur 4.2 | Beschermingszone bij een hoofdspoorweg op een ophoging (links) en bij een hoofdspoorweg op een brug of viaduct (rechts) (bron: ProRail Spoorwegwetgeving).

## 5. Lozingen

Tijdens de realisatie en periodiek onderhoud van een bron komt water vrij. Het water dat vrijkomt tijdens de realisatie van de bronnen moet geloosd worden. Lozingen kunnen uitgevoerd worden op het riool of mogelijk op oppervlaktewater. De mogelijkheden dienen verder uitgezocht te worden in de procedure voor aanvraag van de lozingstoestemming per bodemenergiesysteem.

## 5 Juridisch kader bodemenergie

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 in College Campus Den Haag.

### 5.1 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 5.1 en daaronder nader toegelicht.

Tabel 5.1 | Belangrijkste aspecten vergunning open systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	provincie Zuid-Holland
vergunningplicht	alle open systemen
doorlooptijd	8 weken tot publicatie definitieve beschikking, de provincie kan onder voorwaarden deze termijn verlengen tot 6 maanden
leges/publicatiekosten	De provincie rekent geen leges voor open bodemenergiesystemen
juridische voorwaarden	<ul style="list-style-type: none"><li>- 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;</li><li>- bodemenergiesystemen mogen geen negatieve invloed hebben op reeds aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving;</li><li>- verontreinigingen mogen niet extra verplaatst worden door het toepassen van bodemenergie;</li><li>- verzilting van het zoete grondwater dient te worden voorkomen;</li><li>- een koudeoverschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de provincie heeft de mogelijkheid om het koudeoverschot te beperken.</li></ul>

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). 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.

In het Besluit milieueffectrapportage is opgenomen dat voor elke aanvraag in het kader van de Waterwet een formele m.e.r.-beoordeling uitgevoerd dient te worden. De formele m.e.r.-beoordeling richt zich op de vraag of op grond van kenmerken van activiteit, plaats, samenhang met andere activiteiten en milieueffecten een uitgebreide m.e.r.-procedure noodzakelijk is of dat met een “reguliere” vergunningsprocedure Waterwet kan worden volstaan.

Voor het uitvoeren van deze m.e.r.-beoordeling dient een aanmeldingsnotitie opgesteld te worden waarin de belangen en effecten zijn omschreven. De proceduretijd voor het beoordelen van deze notitie en het opstellen van het m.e.r.-beoordelingsbesluit bedraagt 6 weken. Indien besloten wordt dat geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden, kan de vergunningaanvraag Waterwet, voorzien van een effectenstudie en een kopie van het m.e.r.-beoordelingsbesluit, ingediend worden. Ervaring leert dat in de meeste gevallen uit de m.e.r.-beoordeling volgt dat er geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden.

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.

## 5.2 GESLOTEN SYSTEMEN

Gesloten systemen 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 Den Haag). De belangrijkste aspecten voor de melding en vergunningverlening voor gesloten systemen zijn samengevat in Tabel 5.2 en daaronder nader toegelicht.

Tabel 5.2 | Belangrijkste aspecten melding en vergunning gesloten systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	Gemeente Den Haag
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 de locatie College Campus 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.

### 5.3 LOZINGEN

Er zijn verschillende momenten waarop lozingen, en daarmee de wettelijke kaders voor lozingsactiviteiten, aan de orde zijn.

#### **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. Tijdens het ontwikkelen komt grondwater vrij met een debiet tot maximaal 130% van het ontwerpdebiet. Dit grondwater moet geloosd worden. Om de lozingshoeveelheid en het lozingsdebiet te verlagen kan gebruik worden gemaakt van filtertechnieken om vaste bestanddelen te verwijderen, waarbij het water grotendeels weer geïnfiltrerd 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. 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.

Tabel 5.3 | 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.

De lozingen van het water voor het ontwikkelen van open bronnen geeft de grootste lozingsvolumes. Conform de voorkeursvolgorde voor lozingen heeft het terugbrengen van het grondwater de voorkeur. Dit is echter een kostbare methode en door het beperken van het ontwikkeldebiet kunnen de bronnen niet optimaal ontwikkeld worden. Daarnaast is het nog steeds nodig om een kleine waterhoeveelheid te lozen. Het lozen van het ontwikkelwater op het oppervlaktewater heeft daarom de voorkeur. Mocht dit niet mogelijk zijn, moet het grondwater geloosd worden op een vuilwaterriool of gemengd rioelstelsel. Aanbevolen wordt om in een vroeg stadium in overleg te treden met het bevoegd gezag om de mogelijkheden voor lozen te bespreken.

Het beleid ten aanzien van het lozen op oppervlaktewater is beschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen. Dit beleid wordt in het geval van College Campus Den Haag 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 waterschap (<https://www.hhddelfland.nl>).

#### 5.4 MAATREGELEN VERONTREINIGINGSSITUATIE

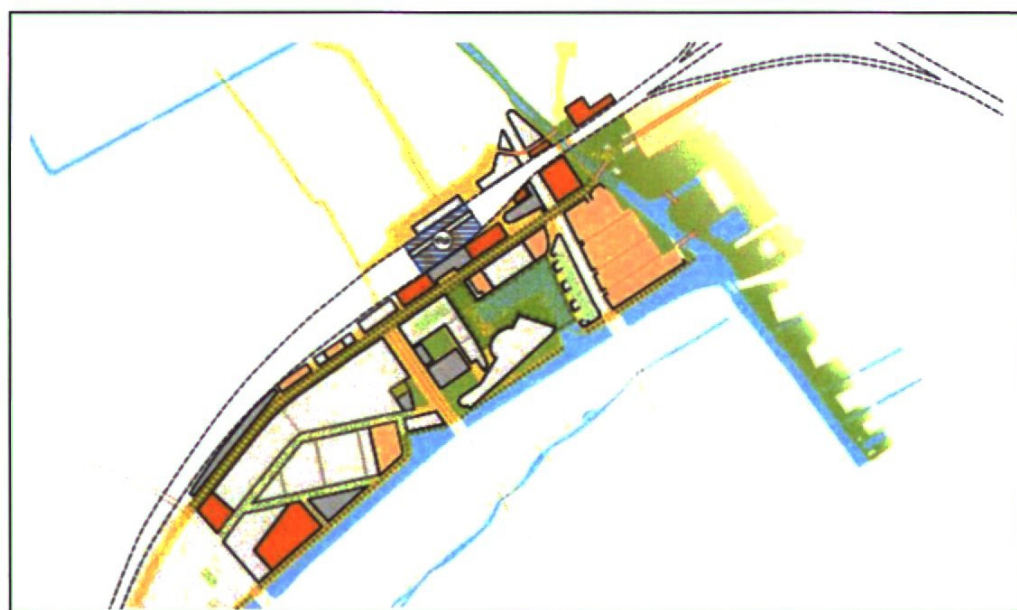
Delen van het plangebied College Campus Den Haag zijn beschikt in het kader van de Wet Bodembescherming. Voor de aanleg van een bodemenergiesysteem dient er een melding te worden gedaan bij de Omgevingsdienst Haaglanden. Het gaat om zowel immobiele als wel mobiele verontreinigingen. Voor de immobiele verontreinigingen kan gebruikt gemaakt worden van het Besluit Uniforme Saneringen (BUS), daar waar voor mobiele verontreinigingen een saneringsplan opgesteld dient te worden voor aanvang van de werkzaamheden. Daarnaast dienen booraannemers conform SIKB protocol 2101 Mechanisch boren te werken met de juiste veiligheidsmaatregelen behorende bij de verontreinigingssituatie. Mogelijk dient er locatie afhankelijk aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd te worden.

## 6 Match vraag en aanbod

### 6.1 BOUWPROGRAMMA

Het bouwprogramma van College Campus Den Haag is weergegeven in Figuur 6.1. Het totaal oppervlak van het plan College Campus (exclusief oppervlaktewater) bedraagt orde grootte 59,5 hectare. Voor de omvang van de woningen en omvang van commerciële voorzieningen is input gebruikt uit het Definitiedocument Energietransitie CID (versie 15 maart 2019), hier is destijds uitgegaan van een gebied van circa 45 hectare. In dit document zijn twee groeiscenario's voor de gehele CID beschreven. Deze scenario's zijn voor College Campus identiek, dus er hoeft enkel met scenario I gerekend te worden:

- 764.000 m<sup>2</sup> wonen
- 251.000 m<sup>2</sup> kantoren
- 70.000 m<sup>2</sup> industrie
- 309.000 m<sup>2</sup> overige (voorzieningen)



Figuur 6.1 | Bouwprogramma Laakhavens Den Haag (bron: Definitiedocument Energietransitie CID, versie 15 maart 2019)

### 6.2 WARMTE- EN KOUDEVRAAG

De totale warmtevraag voor ruimte- en tapwaterverwarming is bepaald op basis van de getallen uit het Definitiedocument Energietransitie CID (versie 15 maart 2019). De aanname hierbij is dat de oppervlakte aan overige voorzieningen evenredig verdeeld is over de utiliteitsgebouwen los van kantoor. De koudevraag voor koeling voor de functies wonen en werken is bepaald op basis van de kentallen per m<sup>2</sup> die voortkomen uit de nieuwe BENG-norm.

#### **Warmtevraag**

De totale warmtevraag voor ruimte- en tapwaterverwarming bedraagt op basis van bovenstaande methodiek circa 133.000 MWh<sub>t</sub> per jaar. De warmtevraag van de bestaande bouw is circa 107.000 MWh<sub>t</sub> en de vraag van de nieuwbouw is circa 26.000 MWh<sub>t</sub>.

#### **Koudevraag**

De totale koudevraag voor koeling van de woningen en van de functie werken bedraagt op basis van bovenstaande methodiek 30.000 MWh<sub>t</sub> per jaar. De koudevraag van de bestaande bouw is circa 18.000 MWh<sub>t</sub> en de vraag van de nieuwbouw circa 12.000 MWh<sub>t</sub>.

De bovenstaande getallen zijn terug te vinden de rapportage *69198 College Campus Den Haag - Potentie duurzame energiebronnen en energie basisscenario's, 28-01-2020*.

### **6.3 BODEMPOTENTIEEL OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN**

#### **Opslagpakket**

Voor de potentie van open bodemenergiesystemen wordt uitgegaan van het realiseren van de bronfilters in het derde watervoerende pakket tussen 125 - 265 m-mv. Om de potentie te bepalen is het uitgangspunt dat gebruik wordt gemaakt van doubletten. De toepassing van monobronnen is niet wenselijk om de maximale capaciteit van het derde watervoerende pakket te benutten voor open bodemenergie. Bij een monobron wordt het koude en warme bronfilter in één boorgat boven elkaar geplaatst. Om thermische interactie tussen de bronfilters te voorkomen, moet een verticale afstand tussen de bronfilters aangehouden worden. Hierdoor kan een beperkt deel van de beschikbare dikte van het opslagpakket nuttig gebruikt worden voor het opslaan van koude en warmte. Daarnaast zal bij een combinatie van doubletten en monobronnen voldoende horizontale afstand tussen een doublet en monobron aangehouden moeten worden om thermische interferentie tussen beide systemen te voorkomen. Dit omdat bij een optimale inzet van een doublet de bronfilters van het doublet op dezelfde diepte gerealiseerd zullen worden als zowel het koude als het warme bronfilter van de monobron.

De maximale capaciteit die per doublet uit dit pakket kan worden onttrokken en kan worden geïnfilteerd is ingeschat op een debiet dat ligt tussen 75 - 125 m<sup>3</sup>/uur. In dit onderzoek wordt een debiet per doublet van 100 m<sup>3</sup>/uur aangehouden. Op basis van randvoorwaarden<sup>1</sup> is het bodempotentieel voor open bodemenergiesystemen bepaald. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De capaciteit van de bronnen bedraagt 100 m<sup>3</sup>/uur per bron.
- 1.500 vollasturen per seizoen (150.000 m<sup>3</sup>/seizoen/doublet).
- Een filterlengte van 40 m.
- Een gemiddeld temperatuurverschil tussen de bronnen voor warmte- en koude levering van 5 °C.

#### **Bronconfiguratie**

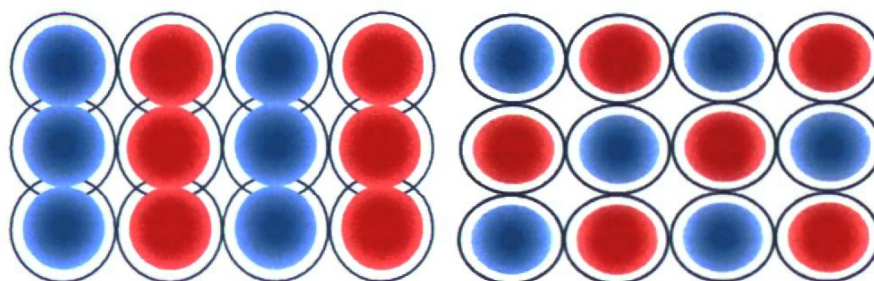
Thermisch gezien is het gunstig om alle koude bronnen te clusteren en alle warme bronnen te clusteren. Het gevolg hiervan is echter dat onaanvaardbare hydrologische effecten en zettingen kunnen

---

<sup>1</sup> De randvoorwaarden vormen een leidraad om de maximale potentie van de bodem te benutten. Hier kan onderbouwd op worden afgeweken voor een praktische inpassing.



optreden, omdat de effecten van de gezamenlijke bronnen elkaar zullen versterken. Om de hydrologische effecten te beperken bestaan globaal twee mogelijke ordeningspatronen: een strokenpatroon en een dambordpatroon (zie Figuur 6.2).



Figuur 6.2 | Bronconfiguratie strokenpatroon

Bronconfiguratie dambordpatroon

#### *Strokenpatroon*

Een strokenpatroon bestaat uit een afwisseling van koude en warme stroken met een vaste onderlinge afstand. Ook bij een strokenpatroon treedt demping van de hydrologische effecten op, maar minder sterk dan bij een dambordpatroon. Het voordeel bij een strokenpatroon is dat de opslagcapaciteit van de ondergrond efficiënter gebruikt wordt door een hogere dichtheid aan bronnen dan bij een dambordpatroon waarbij de onderliggende afstand groter moet zijn. Vanwege de diepe ligging en daarmee de beperkte effecten naar maaiveld wordt gebruikt gemaakt van een strokenpatroon om het maximale potentieel van de bodem te ontsluiten.

#### *Dambordpatroon*

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

#### **Potentieel**

De hoeveelheid warmte die in de winter aan het grondwater kan worden onttrokken is gelijk aan de hoeveelheid warmte die in de zomer aan het grondwater wordt toegevoegd, door het leveren van koude. Ofwel: de open bodemenergiesystemen dienen op jaarbasis te beschikken over een energiebalans in de bodem. Aangezien op jaarbasis de te verwachte warmtevraag vele malen groter is dan de te verwachte koudevraag, zal er sprake zijn van een warmtetekort in de bodem (ofwel koude overschot). Hierbij zal middels een aanvullend systeem extra warmte in de bodem geladen moeten worden. Hiervoor kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van warmte uit het nabijgelegen oppervlaktewater (TEO), zonnecollectoren of droge koelers.

#### *Strokenpatroon*

Uitgaande van toepassing van doubletten met een effectieve filterlengte in de bronnen van 40 m en een gemiddeld temperatuurverschil tussen de bronnen van 5°C, bedraagt het energiepotentieel vanuit de bodem 61 kWh/m<sup>2</sup> per seizoen.

#### *Dambordpatroon*

Uitgaande van toepassing van doubletten met een effectieve filterlengte in de bronnen van 40 m en een gemiddeld temperatuurverschil tussen de bronnen van 5°C, bedraagt het energiepotentieel vanuit de bodem 34 kWh/m<sup>2</sup> per seizoen.

Het bodempotentieel wordt berekend door het oppervlak van College Campus te vermenigvuldigen met het energiepotentieel. Het oppervlak bedraagt circa 59,5 hectare. Het bodempotentieel bedraagt daarmee tussen de 20.400 en 36.260 MWh<sub>t</sub> per seizoen voor open bodemenergiesystemen binnen het derde watervoerende pakket, afhankelijk van de gekozen broninpassing.

#### 6.4 **MATCH VRAAG/AANBOD**

De energievraag is op basis van de gegevens van het Definitiedocument Energietransitie CID (versie 15 maart 2019) bepaald. Deze getallen zijn dus gebaseerd op een gebied van 45 hectare, daar waar de nieuwe demarcatie circa 59,5 hectare betreft. Aangezien niet alle toekomstige ontwikkelingen binnen het plangebied momenteel bekend zijn, is de match vraag aanbod indicatief.

De energievraag is op basis van de huidige energiegegevens voor de koudevraag van de nieuwbouw en bestaande bouw respectievelijk 12.000 en 18.000 MWh<sub>t</sub> per seizoen, oftewel in totaal 30.000 MWh<sub>t</sub> per seizoen. Daarmee kan geconcludeerd worden dat over het totale gebied van College Campus, er voldoende potentieel beschikbaar is om te voorzien in de koudevraag van de nieuwbouw. Het is twijfelachtig of er ook genoeg potentie beschikbaar is voor de bestaande bebouwing. Met lokale gesloten systemen binnen het eerste watervoerende pakket kan zeer waarschijnlijk aan deze koude vraag voldaan worden.

De warmtevraag bedraagt voor de nieuwbouw en bestaande bouw respectievelijk circa 26.000 MWh<sub>t</sub> en 107.000 MWh<sub>t</sub> per seizoen, ofwel 130.000 MWh<sub>t</sub> in totaal. Op basis hiervan kan gesteld worden dat het aannemelijk is dat de warmtevraag voor wat betreft de nieuwbouw ingevuld kan worden met bodemenergie. Dit is ook afhankelijk van de inpassing van bronnen en daarmee de vraag in hoeverre het maximale potentieel behaald kan worden. Voor de bestaande bouw is echter niet genoeg potentie beschikbaar. Hier zullen aanvullende energiebronnen invulling moeten geven aan de warmtevraag van het gebied.

## 7 Toelichting gebruiksregels

In dit hoofdstuk is per opgenomen gebruiksregel een korte toelichting uitgewerkt.

### 7.1 GEBRUIKSREGELS OPEN BODEMENERGIESYSTEMEN TWEEDE EN DERDE WATERVOERENDE PAKKET

1. **Regel:** Het open bodemenergiesysteem moet worden uitgevoerd als een doubletsysteem in het tweede (ca. 90 - 115 m-mv) of het derde watervoerende pakket (ca. 125 - 250 m-mv).

**Onderbouwing:** Gezien de beoogde omvang van de nieuwbouwwontwikkelingen is de verwachting dat de toepassing van (collectieve) open bodemenergiesystemen veelal het beste aansluit bij de intensiteit van de warmte-/koudevraag. De praktische inpassing van gesloten systemen met bodemlussen zal in de meeste gevallen problematisch worden.

Daarnaast 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.

Voor het grootschalig toepassen van open bodemenergiesystemen wordt gekozen voor het derde watervoerende pakket. Dit vanwege het geldende juridische kader en de bodemtechnische geschiktheid.

Het tweede watervoerende pakket is vanuit technisch oogpunt, niet geschikt voor grootschalige energieopslag met open bodemenergiesystemen. In dit pakket kunnen wel kleine open systemen worden toegepast.

2. **Regel:** Open bodemenergiesystemen uitgevoerd als recirculatiesystemen 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.

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

**Onderbouwing:** De ruimtelijke ordening van open systemen in het derde watervoerende pakket vindt plaats op basis van een oriëntatie-patroon in zones. Deze zones zijn uitgewerkt in een kaart die is opgenomen in Bijlage 2. Zonering van de bronnen biedt zowel sturing als mede 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 orderingsbehoeftes voor gebouwen, inrichting openbare ruimte en aanwezige en toekomstige infrastructuur.

Er is gekozen voor een zonering, omdat hiermee het ondergrondse potentieel optimaler wordt benut dan bij alternatieve ordeningsmethodes zoals bijvoorbeeld het kruislings plaatsen van bronnen. Vanwege de relatief diepe ligging van de open bodemenergiesystemen, vormen de hydrologische effecten geen directe belemmering. De oriëntatie van de zones is daar waar mogelijk gebaseerd op het wegpatroon, waarmee de mogelijkheden voor het plaatsen van bronnen wordt vergroot.

Bronnen van open bodemenergiesystemen worden bij voorkeur op eigen terrein gerealiseerd. Voor het plaatsen van bronnen op gemeentegrond dient hierover afstemming plaats te vinden met de gemeente.

4. **Regel:** Vanuit de initiatiefnemers(s) bestaat een inspanningsplicht om bronnen op maximale capaciteit uit te leggen.

**Onderbouwing:** Om het maximale potentieel van de ondergrond in College Campus Den Haag te benutten, is het belangrijk om bronnen op maximale capaciteit te realiseren. Bronnen met een kleine capaciteit maken niet volledig gebruik van de bodempotentie. Daarnaast wordt door het opnemen van de inspanningsverplichting ook gestimuleerd dat meerdere initiatiefnemers met elkaar de mogelijkheden van een collectief systeem verkennen. Dit alles om te waarborgen dat toekomstige ontwikkelingen binnen College Campus Den Haag zoveel als mogelijk een kans hebben om aan te sluiten op een vorm van bodemenergie.

5. **Regel:** Nabij de reeds vergunde monobron van Waldo City dienen de warme dan wel de koude bronnen van toekomstige ontwikkelingen aan te sluiten op de diepte van de filters van de monobron van Waldo City. Deze gebieden zijn gemarkeerd in Bijlage 2 (aangepast koud/warm).

**Onderbouwing:** Het koude bronfilter van het systeem van Waldo City bevindt zich conform de vergunning in het traject van 160 - 175 m-mv. Het warme bronfilter bevindt zich binnen het traject van 200 - 215 m-mv. Bronnen die gerealiseerd gaan worden binnen de gemarkeerde gebieden in Bijlage 2, mogen zowel warme als wel koude bronnen realiseren binnen het aangegeven gebied. Echter zijn ze verplicht de dieptes af te stemmen op de bronfilters van Waldo City. Dit om negatieve thermische interferentie te voorkomen.

6. **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 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.

**Onderbouwing:** Het energievraagprofiel van de meeste gebouwen binnen het gebied College Campus Den Haag toont 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 (conform Bijlage 1). 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. 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 binnen College Campus Den Haag.

7. **Regel:** Nieuwe open bodemenergiesystemen in de bufferzone dienen aan te sluiten op het strokenpatroon uit het bodemenergieplan. Aangetoond dient te worden dat een nieuw bodemenergiesysteem geen nadelige invloed heeft.

**Onderbouwing:** 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.

Het opnemen van een bufferzone voor bodemenergiesystemen die buiten het projectgebied College Campus Den Haag gerealiseerd worden, zorgt ervoor dat de maximale ondergrondse capaciteit binnen het plangebied gewaarborgd blijft. Bij de vergunningaanvraag voor bodemenergiesystemen in de bufferzone moet aangetoond worden dat er geen negatieve interferentie is met de vastgestelde zones voor College Campus Den Haag.

8. **Regel:** Afwijkingen van het open systeem op deze gebruiksregels dienen met gedegen en voldoende onderbouwing ter goedkeuring aan de provincie Zuid-Holland te 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 monobronnen. Dit dient echter altijd in overleg en met voldoende onderbouwing aan de provincie Zuid-Holland te worden voorgelegd.

## 7.2 GEBRUIKSREGEL GESLOTEN SYSTEMEN

1. **Regel:** Gesloten bodemenergiesystemen mogen tot een maximale diepte van 90 m-mv gerealiseerd worden.

**Onderbouwing:** Om zowel de gesloten als de open bodemenergiesystemen in College Campus Den Haag optimaal te benutten is de bodem verticaal opgedeeld in zones. Gesloten bodemenergiesystemen mogen geplaatst worden tot 90 meter beneden maaiveld en open bodemenergiesystemen in het tweede watervoerende pakket vanaf 90 m-mv. Hiermee wordt een duidelijk kader geschetst en kunnen de twee systeemtypes fysiek zeer dicht bij elkaar gepositioneerd worden zonder dat er thermische interferentie optreedt.

2. **Regel:** De bodemwarmtewisselaars dienen op eigen kavel te worden aangebracht.

**Onderbouwing:** Deze regel is opgesteld vanuit de behoefte om de beschikbare openbare ruimte in College Campus Den Haag 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. Opgemerkt wordt dat deze regel geen grote beperkingen oplevert voor het toepassen van gesloten bodemenergiesystemen, omdat normaliter deze systemen onder of direct nabij het gebouw gerealiseerd worden.

3. Regel: Afwijkingen op deze gebruiksregels dienen met gedegen en voldoende onderbouwing ter goedkeuring aan de gemeente Den Haag 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 Den Haag te worden voorgelegd.

# Bijlage 1 Berekening koude- en warmte-overschot

Wijze van berekening voor een koude-overschot:

$$KO = \frac{\sum E_{vb}}{\sum E_{kb}} \times 100 \%$$

Hierin is:

KO: koude-overschot in %

$E_{vb}$ : de hoeveelheid koude die aan de bodem is toegevoegd tijdens verwarmingsbedrijf vanaf de datum van ingebruikneming door het systeem, in MWh, zoals gedefinieerd in Formule 1.

$E_{kb}$ : de hoeveelheid warmte die aan de bodem is toegevoegd tijdens verwarmingsbedrijf vanaf de datum van ingebruikneming door het systeem, in MWh, zoals gedefinieerd in Formule 2.

$$\text{Formule 1} \quad \sum E_{vb} = \frac{\sum (T_{in} - T_{uit}) * V * \rho * C_p}{3,6 * 10^9} \text{ (MWh)}$$

$$\text{Formule 2} \quad \sum E_{kb} = \frac{\sum (T_{uit} - T_{in}) * V * \rho * C_p}{3,6 * 10^9} \text{ (MWh)}$$

Hierin is:

$E_{vb}$ : De hoeveelheid koude die aan de bodem is toegevoegd in verwarmingsbedrijf in MWh.

$E_{kb}$ : De hoeveelheid koude die aan de bodem is toegevoegd in verwarmingsbedrijf in MWh.

$T_{in}$ : De temperatuur van het onttrokken grondwater voor het passeren van de warmtewisselaar in °C

$T_{uit}$ : De temperatuur van het in de bodem terug te brengen grondwater voor het passeren van de warmtewisselaar in °C

V: Het verpompte volume grondwater in (in m<sup>3</sup>) in de tijdspanne van de huidige momentane meting tot aan de voorafgaande momentane meting. Dit volume wordt berekend als: het

debiet tijdens de huidige momentane meting (in m<sup>3</sup>/uur) maal de lengte van de periode van de huidige momentane meting tot aan de voorafgaande momentane meting (in uur).

$\rho$ : De dichtheid van de circulatievloeistof in kg/m<sup>3</sup>

$C_p$ : De warmtecapaciteit van het grondwater in J/kg\*°C

Deze berekeningen worden gebaseerd op momentane metingen met een frequentie van minimaal één maal per 15 minuten van de temperatuur van het grondwater voor en na het passeren van de warmtewisselaar en het verpompte debiet daarvan.



## Bijlage 2 - Plankaart

IF Technology **Creating energy**



IF Technology **Creating energy**