

**Protocol**

# **Ontwerp, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen**

**Protocol 11001**



**Versie 2.0, 02-10-2014**

## Inhoudsopgave

<b>1 Doel en reikwijdte van het protocol</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Principe en definities</b> .....	<b>7</b>
2.1 Principe.....	7
2.2 Definities.....	7
<b>3 Plaats van het protocol in het kwaliteitssysteem</b> .....	<b>8</b>
3.1 Relatie met andere normatieve documenten.....	8
3.2 Plaats binnen het kwaliteitssysteem.....	9
<b>Deel A Open bodemenergiesystemen</b> .....	<b>10</b>
<b>4 Ontwerp open bodemenergiesystemen</b> .....	<b>10</b>
4.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie .....	10
4.2 Geohydrologisch vooronderzoek .....	11
4.3 Nader geohydrologisch onderzoek.....	12
4.4 Energieconcept.....	13
4.5 Bron- en boorgatconfiguratie.....	13
4.6 Effectberekeningen .....	16
4.7 Overdracht van informatie .....	17
<b>5 Detail engineering open bodemenergiesystemen</b> .....	<b>18</b>
5.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie .....	18
5.2 Capaciteit .....	19
5.3 Hydraulisch circuit.....	20
5.3.1 Ontwerp eisen .....	20
5.3.2 Materiaal eisen .....	22
5.4 Regeling .....	24
5.5 Onderhoud, beheer en monitoring.....	24
5.6 Overdracht van informatie .....	25
<b>6 Realisatie open bodemenergiesystemen</b> .....	<b>26</b>
6.1 Voorbereiding realisatie .....	26
6.2 Realisatie.....	27
6.2.1 Documentatie .....	28
6.2.2 Boren, inbouwen en aanvullen .....	28
6.2.3 Hydraulisch circuit.....	30
6.2.4 Regeling en monitoring .....	31
6.3 Inbedrijfstelling en testen .....	32
6.4 Onderhoud en beheer.....	33
6.5 Revisiepakket.....	33
<b>7 Beheer en onderhoud open bodemenergiesystemen</b> .....	<b>35</b>
7.1 Beheer .....	35
7.2 Onderhoud.....	36
7.2.1 Preventief onderhoud .....	36
7.2.2 Correctief onderhoud .....	37
<b>Deel B Gesloten bodemenergiesystemen</b> .....	<b>38</b>
<b>8 Ontwerp gesloten bodemenergiesystemen</b> .....	<b>38</b>



8.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie.....	38
8.2 Geohydrologisch vooronderzoek.....	38
8.3 Nader geohydrologisch onderzoek.....	40
8.4 Energieconcept.....	40
8.5 Bron- en boorgatconfiguratie.....	40
8.6 Effectberekeningen.....	42
8.7 Overdracht van informatie.....	43
<b>9 Detail engineering gesloten bodemenergiesystemen.....</b>	<b>44</b>
9.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie.....	44
9.2 Capaciteit.....	45
9.3 Hydraulisch circuit.....	45
9.3.1 Ontwerp eisen.....	45
9.3.2 Materiaal eisen.....	46
9.4 Regeling.....	47
9.5 Onderhoud, beheer en monitoring.....	47
9.6 Overdracht van informatie.....	48
<b>10 Realisatie gesloten bodemenergiesysteem.....</b>	<b>49</b>
10.1 Voorbereiding realisatie.....	49
10.2 Realisatie.....	50
10.2.1 Documentatie.....	51
10.2.2 Inbouwen en aanvullen.....	51
10.2.3 Hydraulisch circuit.....	53
10.3 Inbedrijfstelling en testen.....	54
10.4 Onderhoud en beheer.....	55
10.5 Revisiepakket.....	55
<b>11 Beheer en onderhoud gesloten bodemenergiesystemen.....</b>	<b>57</b>
11.1 Beheer.....	57
11.2 Onderhoud.....	58
11.2.1 Preventief onderhoud.....	58
11.2.2 Correctief onderhoud.....	58
<b>Bijlage 1 Communicatiemodel open bodemenergiesystemen.....</b>	<b>60</b>
<b>Bijlage 2 Communicatiemodel gesloten bodemenergiesystemen.....</b>	<b>68</b>
<b>Bijlage 3 Nader geohydrologisch onderzoek.....</b>	<b>70</b>
<b>Bijlage 4 Norm voor infiltratie- en onttrekkingsbronnen.....</b>	<b>72</b>



### **Eigendomsrecht**

Dit protocol is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB). Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer, ondergebracht bij SIKB, beheert dit protocol inhoudelijk. De actuele versie staat op de website van SIKB ([www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)) en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd. Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD Bodembeheer goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontlenuen.

### **Vrijwaring**

SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij de certificatie-instelling, het gecertificeerde bedrijf of derden ontstaat door het toepassen van dit protocol met de beoordelingsrichtlijn waarbij dit hoort en het gebruik van deze certificatieregeling.

### **© Copyright SIKB**

Overname van tekstdelen is toegestaan met bronvermelding. Alle rechten berusten bij SIKB.

### **Bestelwijze**

Dit protocol is, evenals de beoordelingsrichtlijn waarbij dit hoort, in digitale vorm kosteloos te verkrijgen bij SIKB. Een ingebonden versie kunt u bestellen tegen kosten, op te vragen bij SIKB.

### **Updateservice**

Door het CCvD Bodembeheer vastgestelde mutaties in dit protocol zijn te verkrijgen bij SIKB. Via [www.sikb.nl](http://www.sikb.nl) kunt u zich aanmelden voor automatische toezending van mutaties. U kunt daar ook verzoeken tot toezending per post van de gratis reguliere nieuwsbrief van SIKB, [info@sikb](mailto:info@sikb).

### **Helpdesk/gebruiksaanwijzing**

Voor vragen over inhoud en toepassing van dit protocol kunt u terecht bij uw certificatie-instelling of bij SIKB. Voor geschillen zie de klachten- en geschillenregeling in de beoordelingsrichtlijn waarbij dit protocol hoort.



# 1 Doel en reikwijdte van het protocol

## *Toelichting*

*Aanleiding: doelmatig en zorgvuldig gebruik van de ondergrond*

*Aanleiding voor de overheid voor certificering van energieopslagsystemen is dat de ondergrond gebruikt wordt voor een energiezuinige techniek. Elke ingreep in de bodem is in principe een verstoring. De overheid stelt vanuit het oogpunt van bodembescherming de eis, dat de ingreep in de bodem minimaal en nuttig moet zijn.*

## *Doel van het protocol*

*Doel van het protocol is het beschrijven van eisen, niet zijnde financiële en organisatorische aspecten, aan ontwerp, detailengineering, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen, zodanig dat bodemenergiesystemen daadwerkelijk energiebesparing opleveren, robuust en betrouwbaar zijn.*

## *Uitwerking doel*

*Meer uitgesplitst zijn de doelen van het protocol:*

- *Robuuste en betrouwbare bodemenergiesystemen:*
  - *Borgen van de kwaliteit van systemen met betrekking tot levensduur, storingsgevoeligheid, onderhoudskosten en energie-efficiëntie;*
  - *Verbetering van het functioneren van het systeem als een integraal onderdeel van de totale klimaatinstallatie;*
  - *Verbetering van werkprocessen bij ontwerp, realisatie en beheer;*
  - *Voldoen aan gestelde wettelijke eisen.*
- *Energiebesparing*
  - *Het gebruik van een bodemenergiesystemen draagt daadwerkelijk bij aan energiebesparing.*
- *Duurzaam gebruik van de ondergrond:*
  - *Voorkómen van onnodige verstoring van de bodem;*
  - *Voorkómen van de introductie van verontreinigingen als gevolg van de aanleg en bedrijfsvoering van het systeem;*
  - *Voorkómen van het verspreiden van bestaande verontreinigingen;*
  - *Voorkómen menging van grondwater van verschillende kwaliteit;*
  - *Voorkómen van schade aan andere belangen;*
  - *Effectief omgaan met de beschikbare ondergrondse ruimte.*



## **Reikwijdte van het protocol**

Dit protocol vormt samen met BRL SIKB 11000 een certificatieschema dat van toepassing is op ontwerp, detailengineering, realisatie en beheer en onderhoud van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen.

## Bodemenergiesystemen

Dit protocol is van toepassing op gesloten en open bodemenergiesystemen. In de AMvB Bodemenergie zijn de volgende begripsomschrijvingen opgenomen:

- **gesloten bodemenergiesysteem:** installatie waarbij van de bodem, tot een maximale diepte van 500 meter, gebruik wordt gemaakt voor de levering van warmte of koude door van een gesloten circuit van leidingen gebruik te maken, met inbegrip van het bovengrondse deel van de installatie;
- **open bodemenergiesysteem:** installatie waarbij van de bodem, tot een maximale diepte van 500 meter, gebruik wordt gemaakt voor de levering van warmte of koude door grondwater te onttrekken en na gebruik in de bodem terug te brengen, met inbegrip van het bovengrondse deel van de installatie;

### Afbakening 'ondergronds deel'

Dit protocol is van toepassing op het ondergronds deel van bodemenergiesystemen.

De scheidingswarmtewisselaar of warmtepomp vormt doorgaans de scheiding van het bovengrondse en ondergrondse gedeelte. In dit certificatieschema worden de wisselaar en de warmtepomp tot het bovengronds gedeelte gerekend, tenzij bij de uitvoering van de in paragraaf 4.1 of 8.1 van dit protocol beschreven stappen anders is overeengekomen. Het bovengronds deel van bodemenergiesystemen valt onder het in paragraaf 3.1 vermelde certificatieschema van de Stichting KBI.

#### *Toelichting*

*Onder het ondergronds deel van een bodemenergiesysteem vallen bijvoorbeeld:*

- *civieltechnische componenten zoals bronnen, putbehuizingen, bodemlussen, bodemcollectors, etc.;*
- *werktuigbouwkundige componenten zoals verbindend leidingwerk, pompen, kleppen, afsluiters, etc.;*
- *regeltechnische componenten zoals meet-, regel- en monitorings-apparatuur;*
- *overige elementen zoals de circulatie-vloeistof in gesloten systemen.*

De verdere opwekking van warmte en koude valt onder de bovengrondse installatie van bodemenergiesystemen.

Regeneratiesystemen om de thermische balans in de bodem te herstellen kunnen ook onderdeel zijn van een bodemenergiesysteem, maar vallen niet onder het ondergrondse gedeelte. Het is onderdeel van de opwekking van warmte en koude, en hoort derhalve tot het bovengrondse gedeelte.

#### *Toelichting*

*De eisen in het protocol zijn opgesplitst in vier blokken: ontwerp, detail engineering, realisatie en beheer/onderhoud. Deze blokken sluiten zoveel mogelijk aan bij de werkwijze in de praktijk maar geven daarnaast voldoende ruimte om in meerdere blokken actief te zijn. Het is mogelijk om je voor één of meerdere blokken te laten certificeren. Zo zullen er bv. adviesbureaus zijn die zowel actief zijn in het blok ontwerp als in het blok detailengineering; of boorfirma's die zowel detailengineering als realisatie doen.*

*Het protocol formuleert de eisen en het kader waaraan die eisen moeten worden getoetst. In bijlage 2 is een verdere onderbouwing van het toetsingskader gegeven. Er is nadrukkelijk niet voor gekozen om integraal achtergronddocumenten (bv NVOE-richtlijnen en ISSO-publicaties) op te nemen in bijlage 2 omdat:*

- *Een deel van de achtergronddocumenten verouderde standaarden bevatten.*
- *Het beheer van het protocol eenvoudiger is op het moment dat er geen directe link ligt met andere standaard documenten.*
- *Het protocol geen leerboek of cursusmateriaal is.*

### **Reikwijdte eisen uit dit protocol**

Op het ondergrondse deel van open bodemsystemen zijn de eisen van toepassing uit de hoofdstukken 1, 2, 3, 4, 5, 6 en 7 en de bijlagen 1, 3 en 4 van dit protocol.

Op het ondergrondse deel van gesloten bodemsystemen zijn de eisen van toepassing uit de hoofdstukken 1, 2, 3, 8, 9, 10 en 11 en de bijlagen 2 en 3 van dit protocol.

### **Status**

Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer heeft op 2 oktober 2014 ingestemd met deze versie van dit protocol, dat vervolgens door het bestuur van SIKB is vastgesteld. Deze versie van dit protocol treedt in werking op 1 januari 2015. Versie 1.1 van dit protocol wordt op 1 april 2016 ingetrokken.



## 2 Principe en definities

### 2.1 Principe

Het protocol stelt eisen aan ontwerp, detail engineering, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van een energieopslagsysteem, zodanig dat bodemenergiesystemen daadwerkelijk energiebesparing opleveren, robuust en betrouwbaar zijn en voldoen aan de eisen ten aanzien van duurzaam gebruik van de ondergrond. Elke eis is als volgt opgebouwd:

- Algemene eis: Beschrijving op hoofdlijnen van het doel van de eis;
- Toetsingskader Beschrijving op basis van welk kader getoetst kan worden en welke alternatieve methoden er zijn.

### 2.2 Definities

Voor de verschillende aspecten van ontwerp, detailengineering, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen zijn eigen definities opgenomen in BRL SIKB 11000.



## 3 Plaats van het protocol in het kwaliteitssysteem

### 3.1 Relatie met andere normatieve documenten

Dit protocol maakt deel uit van het certificatieschema 'Ontwerp, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen'. Op de uitvoering van werkzaamheden in dit kader zijn, naast de in dit protocol beschreven uitvoeringseisen, ook de algemene eisen aan de kwaliteitsborging door het bedrijf uit BRL SIKB 11000, 'Ontwerp, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen', van toepassing.

Het bedrijf beschikt over een functionerend en gedocumenteerd kwaliteitssysteem dat is opgezet volgens en aantoonbaar voldoet aan de eisen vermeld in, BRL SIKB 11000. Het bedrijf toont dit aan door een geldig certificaat afgegeven op basis van BRL SIKB 11000 te overleggen. Dit certificaat is afgegeven door een certificatie-instelling die voldoet aan de volgende voorwaarden:

- de certificatie-instelling is een overeenkomst met SIKB aangegaan voor gebruik van het CCvD Bodembeheer voor het certificatieschema onder BRL SIKB 11000;
- de certificatie-instelling is in bezit van een geldige accreditatie voor NEN-EN-ISO/IEC 17065 voor een voor ontwerp, realisatie en beheer van bodemenergiesystemen relevante scope.

De samenhang met eisen uit het certificatieschema onder BRL SIKB 2100, 'Mechanisch boren', is beschreven in paragraaf 1.5.2 van BRL SIKB 11000.

De samenhang met eisen uit het certificatieschema onder BRL 6000-21, 'Ontwerpen, installeren en beheren van het bovengrondse deel van bodemenergie-installaties', in beheer bij de Stichting KBI, inclusief de ISSO Publicaties 39, 'Energiecentrale met warmte- en koudeopslag', 73, 'Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars', en 80, 'Handboek integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in de woningbouw', in beheer bij ISSO, is beschreven in paragraaf 1.5.3 van BRL SIKB 11000. Op de met de uitvoerende partij van de in dat certificatieschema uit te wisselen informatie zijn de eisen uit hoofdstuk 4 en bijlage 1 van dit protocol van toepassing.

Op de uitvoering van grondmechanische effectbepalingen geldt als richtlijn NEN 6740, 'Geotechniek - TGB 1990 - Basiseisen en belastingen' (zie paragraaf 4.6).

Op het voorzien van potentiaalvereffening van een putbehuizing zijn NEN 1010, 'Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties', en NEN 3140, 'Bedrijfsvoering van elektrische installaties - Laagspanning', van toepassing (zie paragraaf 5.2).

#### *Toelichting*

*De provinciale overheid hanteert bij het afgeven van beschikkingen voor bodemenergiesystemen in beginsel de BesluitvormingsUitvoeringsMethode Bodemenergiesystemen provinciale taken (BUM BE deel 1). Evenzo hanteert de provinciale overheid bij het uitvoeren van toezicht en handhaving op bodemenergiesystemen in beginsel de (HandhavingsUitvoeringsMethode) Bodemenergiesystemen (HUM BE deel 1). De gemeentelijke overheid hanteert bij het afgeven van beschikkingen voor bodemenergiesystemen in beginsel de BesluitvormingsUitvoeringsMethode Bodemenergiesystemen gemeentelijke taken (BUM BE deel 2). Evenzo hanteert de gemeentelijke overheid bij het uitvoeren van toezicht en handhaving op bodemenergiesystemen in beginsel de HandhavingsUitvoeringsMethode Bodemenergiesystemen (HUM BE deel 2). Deze documenten zijn integraal te downloaden vanaf de website van SIKB, [www.sikb.nl](http://www.sikb.nl).*





### **3.2 Plaats binnen het kwaliteitssysteem**

De wijze van toetsing van de onder het regime van dit protocol uitgevoerde werkzaamheden is vastgelegd in BRL SIKB 11000.

Het bedrijf vult de plaats van dit protocol in het kwaliteitssysteem nader in.



## Deel A Open bodemenergiesystemen

### 4 Ontwerp open bodemenergiesystemen

De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 1a.

#### 4.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie

##### *Toelichting*

*Voordat wordt overgegaan tot het ontwerpen van het bodemenergiesysteem dient eerst de benodigde communicatie met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie plaats te vinden. Dit zodanig dat beide ontwerpen uiteindelijk, op basis van eenduidige basisgegevens, randcondities en verantwoordelijkheden, resulteren in een integraal ontworpen systeem(concept). Om hiertoe te komen dient het in dit protocol opgenomen communicatiemodel gevolgd te worden. Dit model is overeenkomstig het communicatiemodel zoals opgenomen in ISSO-publicatie 73, 'Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars'.*

Eis: doorloop gezamenlijk met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie de onderstaande stappen:

- ga na of de beoogde uitvoeringslocatie in een interferentiegebied ligt of in een gebied waarvoor in de PMV beperkingen of verbod gelden;
- verstrek de ontwerper van de bovengrondse installatie de benodigde geohydrologische basisgegevens om een definitieve selectie van het systeemconcept te maken conform het communicatiemodel (bijlage 1, tabel 1);
- controleer de basisgegevens voor het ontwerp van het bodemenergiesysteem, als opgegeven door de ontwerper van de bovengrondse installatie, die volgen uit zijn dimensionering van de bovengrondse installatie (bijlage 1, tabel 2);
- voorzie de ontwerper van de bovengrondse installatie van de definitieve gegevens over retourtemperaturen uit de bronnen (onttrekkingstemperaturen, gemiddelde en eind seizoen stationaire situatie) (bijlage 1, tabel 2);
- leg de verantwoordelijkheden vast conform het communicatiemodel (bijlage 1, tabel 3). Uit deze beschrijving blijkt in elk geval of de TSA behoort tot het bovengrondse of tot het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem. Bij een keuze voor het bovengrondse deel zijn de eisen uit BRL 6000-21 en de documenten waarnaar die verwijst ook van toepassing op de TSA en de eisen uit BRL SIKB 11000 en protocol 11001 niet. Bij een keuze voor het ondergrondse deel zijn de eisen uit BRL SIKB 11000 en protocol 11001 ook van toepassing op de TSA en de eisen uit BRL 6000-21 en de documenten waarnaar die verwijst niet.

##### *Toelichting*

*De stappen 2 en 3 worden veelal uitgevoerd in een iteratief proces. Uiteindelijk resultaat is bijlage 1, tabel 2 die de ontwerpende partij toezendt aan de bovengrondse ontwerper. Zowel het certificatieschema onder BRL 6000-21 van de stichting KBI als dit certificatieschema beschrijven eisen aan de TSA, terwijl slechts één van deze sets eisen daarop van toepassing kan zijn. Van meet af aan moet duidelijk zijn welke set eisen op de TSA van toepassing is. Daarom moet in onderling overleg in deze stap worden bepaald of de TSA bij het bovengrondse of bij het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem behoort.*

##### Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als bovenstaande stappen zijn doorlopen en schriftelijk zijn vastgelegd, waarbij in de vastlegging naar voren komt:

- welke partij welke informatie langs welke route heeft aangeleverd;
- dat het uiteindelijke document door zowel de ontwerpende partij van de bovengrondse als de ontwerpende partij van de ondergrondse installatie is ondertekend.



## 4.2 Geohydrologisch vooronderzoek

### Toelichting

*Het geohydrologische vooronderzoek is een essentiële fase in het ontwerp. Veel problemen binnen projecten zijn terug te voeren op onvoldoende of onbetrouwbare data of op een verkeerde interpretatie van data. In deze fase moet duidelijk worden of de "papierene data" nog aangevuld moeten worden met lokale velddata (proefboring). Onderwerpen die in deze fase van belang kunnen zijn, zijn bv: de aanwezigheid van zuurstofhoudend en zuurstofloos grondwater (redoxgrens) binnen een watervoerend pakket (gevolg ijzerverstopping bronnen), de aanwezigheid van hoge methaan of stikstofgehalten in het grondwater (gevolg gasverstopping bronnen), het voorkomen van fijnzandige lagen in het watervoerend pakket (gevolg deeltjes verstopping) en hoge grondwaterstromsnelheden (gevolg thermische verliezen). In deze paragraaf worden eisen gesteld aan de informatievergaring en de beoordeling van de informatie.*

Eis: zorg voor inzicht in de geohydrologische situatie en relevante omgevingsfactoren bij het gebruik van open systemen.

### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als het bedrijf voor het ontwerp van open systemen ten minste de volgende informatie heeft verzameld, beoordeeld (bij bevoegd gezag) en gerapporteerd:

- bodemopbouw (zand, klei, veen, etc.);
- grondwaterstand t.o.v. maaiveld en stijghoogte in de watervoerende lagen;
- grondwaterstroming en -richting;
- bodemtemperatuur in relatie tot de diepte;
- bodemenergiesystemen en andere onttrekkingen in de omgeving (minimaal straal van 2 km);
- bodemverontreiniging op de locatie en in de omgeving (minimaal straal van 2 km);
- maaiveldhoogte;
- zettinggevoelige objecten;
- grondwaterafhankelijke natuur;
- waterkwaliteit (zoet, brak, zout/redoxgrens);
- gasgehalte van het grondwater;
- de mogelijkheden om vrijkomend grondwater te lozen (zowel tijdens aanleg als beheer).



### Risicoanalyse

Eis: voer een risicoanalyse uit voor aanleg en bedrijfsvoering van een open systeem op de beoogde locatie. Beoordeel of aanvullend onderzoek noodzakelijk is en op welke wijze de risico's kunnen worden beheerst.

### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als het bedrijf aantoonbaar de situatie met betrekking tot de onderstaande risico's heeft beoordeeld:

- het optreden van putverstopping (redox, gas, deeltjes);
- het behalen van de gewenste onttrekkings- en infiltratiecapaciteit;
- thermische verliezen als gevolg van thermische interactie bij beoogde bronafstanden en de aangenomen waterverplaatsing;
- het aantrekken van verontreiniging;
- de aanwezigheid van artesisch water;
- het beïnvloeden van andere bij het grondwater betrokken belangen.

en voor elk van bovengenoemde risico's is vastgesteld:

- de kwaliteit van de beschikbare geohydrologische informatie (is die voldoende om het risico te kunnen beoordelen?);
- de noodzaak voor aanvullend onderzoek (zie paragraaf 4.2);
- de kans dat het risico optreedt;
- de gevolgen;
- te nemen beheersmaatregelen.

Het bedrijf rapporteert de uitkomsten van de risicoanalyse aan de opdrachtgever, waarbij de nadruk dient te liggen op de te nemen/genomen beheersmaatregelen.

#### *Toelichting*

*Binnen de AMvB bodemenergie zijn alle bodemenergiesystemen meldings- of vergunningsplichtig. Het is belangrijk dat in een zeer vroeg stadium van het project wordt gekeken binnen welk wettelijk kader het project valt, de locatie in een interferentiegebied ligt, er een masterplan is en of er wettelijke belemmeringen (bijvoorbeeld grondwaterbeschermingsgebied) zijn. Het is nadrukkelijk een eis die gelegd wordt bij de ontwerpende partij en die niet doorgeschoven mag worden naar de uitvoerende partijen.*

*In de toelichting bij dit protocol wordt als voorbeeld een lijst opgenomen met wet- en regelgeving die doorgaans van toepassing is bij bodemenergiesystemen.*

Wettelijke eis: voldoe bij een open systeem aan alle wettelijke eisen met betrekking tot de zorg- en vergunningplicht ten aanzien van het gebruik van de bodem, het gebruik van grondwater, het vrijkomen en afvoeren van grond en grondwater.

Toetsingskader (bovenwettelijke uitwerking van deze eis)

Aan deze eis wordt voldaan als het bedrijf ervoor heeft gezorgd dat:

- een overzicht is opgesteld van de benodigde vergunningen en meldingen, inclusief planning en toewijzing van verantwoordelijkheden;
- vergunning voor de uit te voeren activiteiten is aangevraagd of verkregen of de uit te voeren activiteiten zijn gemeld in het kader van de Waterwet en de daaraan gekoppelde provinciale of gemeentelijke verordeningen of waterschapskeur.



### **4.3 Nader geohydrologisch onderzoek**

#### *Toelichting*

*Wanneer de "papier data" te weinig nauwkeurig zijn om risico's goed te kunnen inschatten, moet nader fysiek onderzoek worden uitgevoerd. Dit onderzoek kan bestaan uit een proefboring, al dan niet met capaciteitstest, sonderingen of het bemonsteren van nabijgelegen peilbuizen. Deze paragraaf stelt eisen aan de uitvoering van deze testen. Houdt er rekening mee dat een proefboring zonder onttrekking (pomp- of putproef) buiten het kader van de Waterwet valt, maar een proefboring met proefonttrekking valt onder de bevoegdheid van het waterschap (Waterwet).*

Eis: doe nader geohydrologisch onderzoek als risico's analyses dit eist.

Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan als het bedrijf ervoor heeft gezorgd dat:

- het doel van het nader onderzoek is vastgesteld;
- die onderzoeksmethode is geselecteerd die aansluit bij het gestelde doel. De onderzoeksmethoden zijn beschreven in bijlage 2. Alternatief: een andere methode is beschreven, inclusief onderbouwing waarom die methode tot hetzelfde gewenste resultaat leidt;

- een werkprogramma ten behoeve van het uitvoeren van het nader onderzoek is opgesteld, waarin het doel, onderzoeksmethode en aandachtspunten zijn beschreven.

## 4.4 Energieconcept

### *Toelichting*

*Het energieconcept wordt bepaald door de randvoorwaarden van het gebouw (zie protocol bovengrondse installaties ISSO/KBI). Belangrijke aandachtspunten voor het ondergrondse systeem zijn o.a. het bereiken van een thermische balans binnen het gestelde juridische kader, het voorkomen van het onnodig verpompen van grondwater, het realiseren van een gewenst thermisch rendement en het bereiken van de juiste onttrekkingstemperaturen. In deze paragraaf worden eisen gesteld aan de interactie met het ontwerp van de bovengrondse installatie om bovengenoemde ondergrondse aandachtspunten te ondervangen.*

Eis: ontwerp het open bodemenergiesysteem met een energieconcept dat integraal aansluit op het energieconcept van de bovengrondse installatie.

### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- de temperatuurniveaus, debieten, (piek)vermogens en energiehoeveelheden van het bodemenergiesysteem zijn vastgelegd op basis van het energieconcept van de bovengrondse installatie;
- voor alle bedrijfswijzen (koude- en/of warmtelevering, regeneratie etc.) de inzet van het bodemenergiesysteem in het totale installatieconcept is gespecificeerd, inclusief bijbehorende randvoorwaarden zoals afkaptemperaturen, minimale capaciteit, variatie in vraag en aanbod als gevolg van klimaatschommelingen;
- aantoonbaar is geverifieerd bij de ontwerper van de bovengrondse installatie dat er voldoende sturingsmogelijkheden zijn voor het bereiken van een thermische balans;
- in het energieconcept aantoonbaar rekening is gehouden met de natuurlijke bodemtemperatuur bij de opstartfase, temperatuurverliezen in de ondergrond en bij de warmteoverdracht in de warmtewisselaar. In het verdere ontwerpproces dient te worden getoetst of de aangehouden temperatuurverliezen realistisch zijn (bij de thermische effectberekeningen en bij de selectie van de warmtewisselaar).



## 4.5 Bron- en boorgatconfiguratie

### *Toelichting*

*In de vorige paragraaf is een basiskeuze gemaakt ten aanzien van een ondergronds systeem. Vervolgens wordt bepaald welke lagen worden gebruikt, hoeveel bronnen/boorgaten er nodig zijn en hoe die gepositioneerd worden. Naast juridisch randvoorwaarden zal de bronconfiguratie bepaald worden door o.a. het gewenste thermisch vermogen en thermisch rendement, de mogelijke aanwezigheid van andere systemen en door het voorkomen van bronverstoppingen (alleen open bronnen). In deze paragraaf worden eisen gesteld aan de wijze waarop de bronconfiguratie moet worden bepaald en aan welke randvoorwaarden/ontwerpnormen deze moet voldoen.*

Eis: bepaal voor een open systeem een geschikte bodemlaag (of lagen) waarin warmte en koude wordt uitgewisseld.

#### Toetsingskader:

De keuze voor een geschikte bodemlaag wordt ten minste getoetst aan de volgende randvoorwaarden:

- wet en regelgeving; er zijn geen restricties vanuit wet- en regelgeving.
- dikte en opbouw van de bodemlaag;
- het doorlaatvermogen van de bodemlaag is voldoende voor het leveren van de benodigde capaciteit van het systeem;
- er voldoende filterlengte geplaatst kan worden in de aanwezige (grof)zandige lagen. Bij het bepalen van de maximaal te plaatsen filterlengte moet rekening worden gehouden met het feit dat het bronfilter niet direct aansluitend op een klei-, leem- en/of fijnzandige laag wordt geplaatst;
- grondwaterkwaliteit; geen risico op putverstopping als gevolg van aantrekken van de redoxgrens of hoge gasgehalten en geen ongeoorloofde menging van zoet/brak of brak/zout grondwater;
- temperatuur van het grondwater; de ontwerptemperaturen moeten aansluiten op de natuurlijke grondwatertemperaturen. Gewenste onttrekkingtemperaturen moeten op basis van het verwachte laadprofiel (hoeveelheid en temperatuur) wel gehaald kunnen worden. Dit rekening houdend met de natuurlijke grondwatertemperatuur en de, lopende het seizoen, hieruit voortkomende daling/stijging van de onttrekkingstemperatuur;
- de voorkoming van opbarsten en wateroverlast aan maaiveld; de bodemlaag ligt voldoende diep (in relatie tot de verwachte injectiedruk) om opbarsten van de bronnen en wateroverlast aan maaiveld te voorkomen;
- grondwaterstanden; bij het doorboren van lagen met artesisch grondwater dient de realiseerbaarheid van de bronnen te worden nagegaan (is een verhoogde opstelling van de boorwagen mogelijk);
- effecten op andere belangen; grondwaterverontreinigingen worden niet aangetrokken.

Eis: bepaal het aantal bronnen dat nodig is voor het leveren van de benodigde capaciteit en/of vermogen.

#### Toetsingskader aantal bronnen:

- De maximaal te leveren capaciteit (in m<sup>3</sup>/uur) door het bronnensysteem is herleidbaar gerelateerd aan het energieconcept;
- De maximale capaciteit per bron in de gekozen bodemlaag wordt, rekening houdend met opbarstcriterium, bepaald in samenhang met de gekozen/bepaalde boordiameter en filterlengte. De toegestane maximale snelheid op de boorgatwand bij zowel infiltratie als onttrekking wordt als ontwerpparameter vastgelegd. Hieruit volgt het aantal benodigde bronnen;
- De toegestane maximale snelheid op de boorgatwand wordt bepaald door toepassing van de NVOE-richtlijnen voor onttrekking en infiltratie (zie bijlage 3). Afwijkingen zijn toegestaan, mits onderbouwd.

Eis: bepaal de randvoorwaarden voor positionering van de bronnen

#### Toetsingskader randvoorwaarden positionering van de bronnen:

- Aantoonbaar is bij de gemeente en de provincie nagegaan of op de locatie een masterplan voor bodemenergie is vastgesteld of dat er sprake is van een interferentiegebied;



- Indien bodemenergiesystemen in de omgeving aanwezig zijn binnen het invloedsgebied, is de (gerealiseerde) bronconfiguratie van deze systemen nagegaan;
- Indien omliggende bodemenergiesystemen of andere aan het grondwater gekoppelde belangen binnen het invloedsgebied aanwezig zijn, moeten randvoorwaarden zijn vastgesteld waarbinnen er geen nadelige/onacceptabele beïnvloeding optreedt op deze belangen.

Eis: bepaal de positionering van de bronnen binnen de gestelde randvoorwaarden, waarbij thermische kortsluiting wordt voorkomen en gestreefd wordt naar een minimaal thermisch rendement van 60%.

#### Toetsingskader

- De keuze voor de positionering van de bronnen wordt onderbouwd vastgelegd en wordt ten minste gebaseerd op:
  - energieconcept
  - grondwaterstroming en richting
  - thermisch invloedsgebied rond de bronnen

Bij meerdere brondoubletten moet de positionering tevens gebaseerd zijn op de onderlinge hydraulische beïnvloeding, waarbij voldaan wordt aan de verdere eisen voor stijghoogteverandering zoals gesteld in paragraaf 4.6.

- Thermische kortsluiting tussen koude en warme bronnen wordt voorkomen door voldoende afstand tussen de bronnen aan te houden. 'Voldoende afstand' wordt aantoonbaar gemaakt doordat de thermische invloedsgebieden van de bronnen zijn bepaald en elkaar niet overlappen in de stationaire eindsituatie.
- Het thermisch invloedsgebied is minimaal bepaald door berekening van de thermische of hydraulische straal, of door hydrothermische berekeningen (zie hiervoor ook bijlage 3).
- Indien de bronnen in lijn met de grondwaterstroming worden geplaatst, is bij het bepalen van de afstand tussen de bronnen aantoonbaar rekening gehouden met de grondwaterstroming.



Eis: toets de bronlocaties op inpasbaarheid, bereikbaarheid en eigendomsrechten.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- de bronlocaties zijn voorgelegd ter toetsing aan de opdrachtgever, en de opdrachtgever deze heeft goedgekeurd.
- gecontroleerd is dat de bronlocaties daadwerkelijk bereikbaar zijn met het benodigde boormaterieel.
- aantoonbaar gemaakt is dat de aanwezige ondergrondse infrastructuur (kabels en leidingen, funderingen, bouwwerken etc.) het boren van de bron op de gespecificeerde locatie toelaat.
- aantoonbaar is bepaald wie eigenaar is van het perceel waarop de bron wordt geboord en dat de eigenaar aantoonbaar toestemming heeft verleend voor het realiseren en in stand houden van de bron op deze locatie.

Eis: condensvorming in in pandige ruimten en thermische verliezen moeten voorkomen worden.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- het ontwerp aantoonbaar aandacht besteedt aan welke van de in pandige leidingen moeten worden geïsoleerd met dampdichte isolatie.

## 4.6 Effectberekeningen

#### Toelichting

*Van de in de vorige paragraaf bepaalde bron/boorgatconfiguratie zal moeten worden bepaald welke hydrologische (alleen open systemen) en thermische effecten deze op de omgeving en het systeem hebben. Als de effecten op de omgeving niet passen binnen het juridisch of technisch kader (bv wateroverlast, opbarsting) zal de bronconfiguratie moeten worden aangepast. Er kan dus een iteratief proces ontstaan met de vorige paragraaf. De eisen in deze paragraaf richten zich op de berekeningswijze van de effecten.*

Eis: bepaal bij open bodemenergiesystemen de verwachte effecten op stijghoogten en grondwaterstroming bij maximale ontwerpcapaciteit.

#### Toetsingskader

Er wordt voldaan aan de eis als:

- Er een geohydrologische effectberekening uitgevoerd is. Het gebruikte modelpakket (of de gebruikte berekeningswijze) is aantoonbaar geschikt voor de uit te voeren effectbepaling, blijvend uit de referentiedocumenten van het modelpakket of uit een gedocumenteerde verificatieberekening door de gebruiker. Pakketten die hierin vallen zijn bijvoorbeeld: MLU, Mircofem en Modflow.
- De uitgangspunten, geohydrologische schematisatie en de berekeningsmethodiek zijn op inzichtelijke wijze gerapporteerd.
- De stijghoogteveranderingen en de effecten op de grondwaterstroming, rekening houdend met de natuurlijke fluctuatie, zijn bij maximale ontwerpcapaciteit berekend en op inzichtelijke wijze gerapporteerd.
- In de rapportage worden de berekende veranderingen van stijghoogte en grondwaterstroming ter plaatse van de bronnen beschreven
- In de rapportage worden de effecten op de omgeving beschreven en getoetst op het effect op andere, aan het gebruik van grondwater gekoppelde, belangen. E.e.a. zoals vereist bij een vergunningaanvraag of melding.



*Toelichting: Wanneer geen geohydrologische effectberekeningen worden vereist bij de vergunningaanvraag of melding, mag volstaan worden met een inschatting van de maximale effecten ter plaatse van de bronnen op basis van een analytische formule.*

Eis: bepaal bij open bodemenergiesystemen de thermische effecten op het grondwater bij een gemiddelde belasting (temperatuurniveaus, debieten, vermogens en energiehoeveelheden).

#### Toetsingskader

Er wordt voldaan aan de eis als:

- Er is een thermische modelberekening uitgevoerd is. Het gebruikte modelpakket is aantoonbaar geschikt voor de uit te voeren berekeningen, blijvend uit de referentiedocumenten van het modelpakket of uit een gedocumenteerde



verificatieberekening door de gebruiker van het modelpakket. Pakketten die hierin vallen zijn bijvoorbeeld: HST3D, Tough, Modflow/SEAWAT.

- De uitgangspunten, geohydrologische en thermische schematisatie en de berekeningsmethodiek op inzichtelijke wijze gerapporteerd zijn.
- De thermische effecten bij een gemiddeld laad en ontladen tot aan de stationaire eindsituatie zijn berekend en op inzichtelijke wijze zijn gerapporteerd.
- In de rapportage de berekende retourtemperatuur uit de bronnen wordt beschreven (gemiddeld en aan het einde van het seizoen).
- In de rapportage worden de effecten op de omgeving beschreven en getoetst op het effect op andere, aan het gebruik van grondwater gekoppelde, belangen. E.e.a. zoals vereist bij een vergunningaanvraag of melding.

*Toelichting: Wanneer geen thermische effectberekeningen worden vereist bij de vergunningaanvraag of melding, mag volstaan worden met een inschatting van de gemiddelde retourtemperatuur uit de bodem. Aan het einde van het seizoen moet dan rekening worden gehouden met een retourtemperatuur gelijk aan de natuurlijke grondwatertemperatuur.*

Eis: bepaal bij open bodemenergiesystemen de grondmechanische effecten (zettingen).

Toetsingskader

Er wordt voldaan aan de eis als:

- Er een grondmechanische effectbepaling uitgevoerd is, waarbij de NEN 6740 als richtlijn is aangehouden.
  - De uitgangspunten, de grondmechanische schematisatie en de berekeningsmethodiek op inzichtelijke wijze zijn gerapporteerd.
  - In de rapportage worden de berekende grondmechanische effecten in de eindsituatie (eindzettingen en zettingsverhang) ter plaatse van de bronnen en ter plaatse van zettinggevoelige objecten beschreven zijn.
- Dit onderdeel van het toetsingskader is niet van toepassing op open systemen kleiner dan 10 m<sup>3</sup>/h en een filterdiepte groter dan 30 meter.



## 4.7 Overdracht van informatie

Eis: elke (potentiële) opdrachtnemer dient bij, of ten behoeve van, het vaststellen van de projectorganisatie aan te geven welke specifieke informatie hem dient te worden aangeleverd, welke door hem wordt toegevoegd/aangeleverd en welke als onderdeel van zijn resultaat wordt overgedragen aan zijn opdrachtgever.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als in de contractvorming tussen opdrachtnemer en opdrachtgever aantoonbaar aandacht is besteed aan de, voor de opdracht, specifiek benodigde informatieoverdracht en als bij afronding van de opdracht deze informatie is ontvangen, toegevoegd, gebruikt en is gerapporteerd.

## 5 Detail engineering open bodemenergiesystemen

De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 2a.

### 5.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie

#### Toelichting

*Voordat wordt overgegaan tot de detail engineering van het bodemenergiesysteem dient eerst de benodigde communicatie met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie plaats te vinden. Dit zodoende dat beide detail ontwerpen uiteindelijk, op basis van eenduidige basisgegevens, randcondities en verantwoordelijkheden, resulteren in een integraal ontworpen systeem(concept). Om hiertoe te komen dient het in dit protocol opgenomen communicatiemodel gevolgd te worden. Dit model is overeenkomstig het communicatiemodel als opgenomen in ISSO-publicatie 73, 'Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars'.*

Eis: Doorloop gezamenlijk met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie, onderstaande stappen:

- Leg de verantwoordelijkheden vast met betrekking tot het ontwerp van de TSA en wissel de gegevens uit voor dimensionering conform het communicatiemodel (bijlage 1).
- Overleg met de ontwerper van de bovengrondse installatie over de basisgegevens ten behoeve van de beschrijving van de automatische werking en regeltechnische omschrijving conform het communicatiemodel (bijlage 1). Leg hierbij ten minste vast op welke parameter(s) gestuurd gaat worden (flow of temperatuur).
- Bepaal en leg vast welke voorzieningen (zowel hardware- als softwarematig) worden opgenomen, dan wel worden voorbereid om (later) stuurmogelijkheden te hebben om de energetische balans te handhaven of te herstellen.
- Overleg met de ontwerper van de bovengrondse installatie over randcondities conform het communicatiemodel (bijlage 1, tabel 5).

#### Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als bovenstaande stappen aantoonbaar zijn doorlopen en schriftelijk zijn vastgelegd. Waarbij in de vastlegging naar voren komt:

- Welke partij, welke informatie, langs welke route heeft aangeleverd;
- Het uiteindelijke document door zowel de ontwerpende partij van de bovengrondse als de ontwerpende partij van de ondergrondse installatie is ondertekend.

Eis: overleg de gewenste levensduur en de toelaatbare lengte van specifieke storingen met de opdrachtgever en leg de gewenste levensduur en de vervangbaarheid van bepaalde componenten vast.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De functionele levensduur en de levensduur van mechanische componenten kan worden aangegeven.
- In het ontwerp de gewenste /verwachte levensduur van de totale installatie, het benodigde periodieke onderhoud, en de beoogde interval van (preventieve) vervanging is aangegeven.
- in het ontwerp is aangegeven hoeveel tijd het kost om een specifiek hoofd onderdeel te vervangen (bv. bronpomp) of te onderhouden.



## 5.2 Capaciteit

### Toelichting

*De uitgangspunten, bronconfiguratie en de effectberekeningen hebben het kader geschapen waarbinnen de detailuitwerking van het bodemenergiesysteem moet plaatsvinden. Om binnen dit kader ook daadwerkelijk het bodemenergiesysteem te kunnen realiseren is het van belang dat de detailengineering resulteert in de selectie van specifieke componenten en een nauwkeurige uitwerking van de samenstelling van onderdelen. Dit zodanig dat is vastgesteld/gecontroleerd dat specifieke componenten en/of de beoogde samenstelling van onderdelen daadwerkelijk de verlangde prestaties kunnen leveren op basis van het gestelde kwaliteitsniveau.*

Eis: ontwerp bronnen op ontwerpcapaciteit die zand- en slibvrij water leveren en niet opbarsten.

### Toetsingskader

- Bepaal aan de hand van de maximaal te verwachten stijghoogte of de kritische injectiedruk (zie bijlage 3) voor opbarsten van de bronnen niet overschreden wordt. De kritische injectiedruk en de minimale diepte van de bovenkant van het filter ten opzichte van de onderkant van een aanwezige kleilaag of het maaiveld worden vastgelegd.
- Leg de voor het bronontwerp gebruikte zandmediaan van het zandpakket vast en vermeld tot welke minimale korrelgrootte filter geplaatst kan worden.
- De ondergrens van de zeving van het filtergrind is maximaal factor 4 groter dan de zandmediaan (M-50) van het aan te treffen zand ter hoogte van het filtertraject.
- De sleufbreedte van de filterbuis is minimaal 0,1 mm kleiner dan de ondergrens van de zeving van het filtergrind.
- Een bronontwerp waarin wordt uitgegaan van een gelijkmatige omstortingsdikte ter hoogte van de filterbuis waarbij de diameter van het boorgat ter plaatse van het filter tenminste 20 cm en ten hoogste 60 cm groter is dan de buitendiameter van het filter. De buitendiameter gemeten over de centreervoorzieningen moet tenminste 15 cm groter zijn dan het filter en mag maximaal 5 cm kleiner zijn dan de diameter van het boorgat.
- De drukklasse en diameter van de buizen zijn afgestemd op de diepte van bron, de diepte en diameter van de in te bouwen componenten en de te verwachtte waterstandveranderingen. De berekende drukken (grond- en waterdruk) zijn, ten behoeve van de keuze, vergeleken met de specificaties van de leveranciers. De keuze voor diameter en drukklasse is hieruit herleidbaar.

### Toelichting

*De open bronnen en bijbehorende appendages dienen te worden beschermd tegen invloeden van buiten af. De keuze voor het type behuizing en de uitvoeringsdetails zijn bepaald op basis van: ligging van de behuizing in het terrein, eventuele belasting met verkeer, grondwaterstand en veiligheid. Een behuizing is een(deels) boven of ondergrondse besloten ruimte. Alle appendages in de behuizing en werkzaamheden aan en in de behuizing dienen met in acht name van de geldende arbo wet- en regelgeving te worden uitgevoerd.*

### Wat moet worden bereikt:

- Een behuizingconstructie die de instandhouding en werking van bron en appendages waarborgt;
- Dat behuizingen niet (ongewenst) vollopen met water;
- Dat behuizingen niet (ongewenst) vochtig worden;
- Dat de behuizing veilig toegankelijk is;
- De behuizing niet kapot gaat als er (zwaar)verkeer overheen rijdt;
- Dat gas uit het grondwater zich niet kan ophopen in de behuizing;



- *Vervangingswerkzaamheden kunnen plaatsvinden zonder de behuizing te verwijderen;*
- *Bij betreding van de behuizing geen gevaar bestaat voor elektrocutie.*

Eis: ontwerp behuizingen die bescherming bieden aan de componenten in de behuizing en veilig zijn (belasting en betreding).

#### Toetsingskader

- Bepaal binnen welke condities de constructie moet functioneren, waarbij ten minste is vastgelegd: temperaturen, verkeersbelasting, condensvorming, waterintrede (IP-klasse is vastgesteld).
- Maak aantoonbaar dat het ontwerp van de constructie voldoet aan de vastgestelde condities (ventilatie, waterdichtheid, drainage, IP-klasse, verwarming, besloten ruimte).
- De werking van een overdrukventiel/lekkage kan niet leiden tot het ophopen van (brandbaar/explosief) gas in de putbehuizing. Het gas moet buiten de constructie worden gebracht.
- De behuizing is voorzien van potentiaalvereffening (werken conform richtlijn NEN 1010 en NEN 3140).
- Behuizingen dieper dan 80 cm (binnenmaats) zijn voorzien van een trap die zich direct onder de opening van het deksel bevindt.
- Bij een volledig ondergrondse behuizing is het oppervlak van de opening ten minste 0,45 m<sup>2</sup>.
- De eventuele verbinding tussen de behuizing en de (pvc) buis, welke de pompkamer vormt, dient in staat te zijn zettingsverschillen tussen bron en behuizing op te vangen.

## 5.3 Hydraulisch circuit

### 5.3.1 Ontwerp eisen

#### *Toelichting*

*Het optimaal functioneren van een bodemenergiesysteem hangt sterk af van de mate waarin afstemming heeft plaats gevonden over de bedrijfswijze van de bovengrondse installatie (zie ISSO Publicatie 39, 'Energiecentrale met warmte- en koudeopslag') en de eisen die dit stelt aan de bedrijfswijze van de ondergrondse installatie (warmtelevering, koudelevering, laden, ontladen, onderhoud). Bij het ontwerp van het hydraulisch circuit moeten de verschillende voorwaarde van alle bedrijfswijze worden uitgewerkt. Belangrijke aandachtspunten voor het ontwerp van het hydraulisch circuit zijn o.a. temperatuursoverdracht, minimaal en maximaal debiet, stromingsrichtingen en deellast situaties.*

Eis: het ontwerp van het hydraulisch circuit sluit integraal aan op de bedrijfswijze van de bovengrondse installatie.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Gecontroleerd (verklaring opgevraagd) is dat het ontwerp van de bovengrondse installatie is uitgevoerd met in acht name van het protocol bovengrondse installaties ISSO 39, 'Energiecentrale met warmte- en koudeopslag'.
- De bedrijfswijzen van koude- en/of warmtelevering, laden, ontladen en de mogelijkheden voor sturing van het bodemenergiesysteem zijn te herleiden naar een principeschema van het totale B.O.A. concept (Bron, Opwekking en Afgifte)



- Per bedrijfswijze (koude- en/of warmtelevering, regeneratie etc.) bij de minimale en maximale voorkomende debieten de opvoerhoogten, stroomsnelheden en leidingweerstand zijn berekend met in achtname van de minimale ontgassingsdruk, maximale stroomsnelheid van 2,5 m/s en het energieverbruik (rendement) van de bronpomp. Waarbij de diameter van het leidingwerk en het drukverlies van de toegepaste componenten wordt gericht op een zo laag mogelijke leidingweerstand. Noot: de maximale stroomsnelheid geldt voor de transportleidingen, voor pers- en injectieleidingen en andere (korte) hulpstukken mag de snelheid (tijdelijk en bij piekcapaciteit) hoger zijn.
- het hydraulisch ontwerp moet gebaseerd zijn op een gelijke belasting (hydraulisch en energetisch) van alle bronnen binnen één hydraulisch circuit. De maximale onderlinge debiet afwijking is minder dan 10 % op vollast.

#### *Toelichting*

*Grondwater als medium heeft grote consequenties voor het ontwerp van het hydraulisch circuit. Door ontgassing en zuurstof toetreding kunnen bronnen verstopten. Door zout grondwater kan corrosie van materialen optreden. Lekkages kunnen het introduceren van verontreinigingen in de bodem tot gevolg hebben. In deze paragraaf worden eisen gesteld aan het ontwerp van het hydraulisch circuit om bovengenoemde problemen te ondervangen.*

Eis: ontwerp een systeem dat luchtdicht is en dat te allen tijde op voldoende druk gehouden kan worden.

#### Toetsingskader

Door vastlegging van het principeschema, een drukverliesberekening, de inbouwdiepte van de pomp en injectievoorziening wordt aantoonbaar gemaakt dat aan de volgende randvoorwaarden wordt voldaan:

- Het ontwerp borgt te allen tijde een overdruk in het hydraulisch circuit dat groter is dan de minimale ontgassingsdruk, tenzij is aangetoond dat bij de grondwaterkwaliteit ter plaatse bij omgevingsdruk geen ontgassing optreedt.
- Grondwater staat niet in open verbinding met (buiten) lucht.
- Mengen van gebouwwater met grondwater (en ook oppervlaktewater, leidingwater) in het hydraulisch circuit is uitgesloten;
- De inbouwdiepte van de pomp is berekend rekeninghoudend met: minimale ontgassingsdruk, natuurlijke stijghoogte opslagpakket, verwachte stijghoogte veranderingen, de NPSH van de pomp en mogelijke beïnvloedingen van naburige grondwateronttrekkingen.

#### *Toelichting*

*Uitgangspunt voor de aanleg van een bodemenergiesysteem is dat energie bespaard wordt. Om dit te kunnen realiseren moet gestreefd worden naar een zo laag mogelijk energieverbruik en een zo hoog mogelijk rendement. Het totaal rendement van een gebouwinstallatie hangt mede af van het rendement van het bodemenergiesysteem en het bovengrondse deel van de gebouwinstallatie. Bij bodemenergiesystemen kunnen op dit vlak onder andere de volgende problemen voorkomen:*

- *De ingestelde injectiedruk is onnodig hoog, waardoor veel pompenergie vernietigd wordt.*
- *De bronpompen verbruiken onverwacht (en onnodig) veel energie.*
- *Er zijn onnodig hoge drukverliezen in de transportleidingen.*
- *Er is onnodig veel energieverlies /temperatuurverlies in TSA.*



Eis: een bodemenergiesysteem dient aantoonbaar te worden ontworpen op een laag energieverbruik.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Ten opzichte van de laagst verwachte druk (meestal hoogste punt van de installatie of ter hoogte van de infiltratiebron) is de overdruk niet hoger dan maximaal 1,0 bar boven de minimale ontgassingsdruk.
- In het ontwerp moet het minimaal te behalen totaalrendement van de pomp (= rendement pomp+motor) inzichtelijk gemaakt worden.
- Maximale stroomsnelheden in leidingen mogen niet hoger worden dan 2,5 m/s.
- Het maximale drukverlies in één bronleiding (van bronput tot warmtewisselaar) mag niet hoger zijn dan 0,5 bar (50 kPa).
- Het drukverlies over een warmtewisselaar mag niet hoger zijn dan maximaal 1,0 bar (100 kPa).
- De temperatuursprong (LMTD) en dT over de warmtewisselaar moet afgestemd zijn op de ontwerptemperaturen van de bovengrondse installatie.

### 5.3.2 Materiaal eisen

#### Toelichting

*De levensduur en vervangbaarheid van afzonderlijke componenten en de bedrijfswijze van de installatie zijn bepalend voor het aantal storingsen, de lengte van storingsen en het aantal onderhoudsacties. Ook heeft de keuze van hoofdcomponenten invloed op het energieverbruik en dus de duurzaamheid van de totale installatie. Een juiste selectie en onderlinge afstemming zorgt voor een hoog kwaliteitsniveau en maakt het mogelijk om vooraf een verwachte levensduur van de installatie aan te duiden.*

Eis: De hoofdcomponenten, voor zover deze voorkomen in de betreffende installatie, te weten: leidingdelen, pomp, expansievat, warmtewisselaar, (vlinder)kleppen, injectiekleppen, dienen ontworpen te zijn op een minimale levensduur van 10 jaar. Constructieve delen minimaal 50 jaar.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien.

- De minimale ontwerp levensduur van 10 jaar (of 50 jaar) wordt aangegeven door de leverancier, onderbouwd in een certificaat met bijbehorende voorwaarden.

Eis: maak een onderbouwde keuze voor de in het ontwerp toegepaste componenten en stem deze op elkaar af.

#### Toetsingskader

Houd in het ontwerp en bij de selectie van componenten aantoonbaar rekening met de volgende punten:

- De specificaties van de fabrikant
- De drukklasse van alle toegepaste componenten is afgestemd op de maximaal toelaatbare systeemdruk en bovenbelasting (verkeersklasse)
- Toepassing van heersende omgevingsfactoren (water, temperatuur, zout/zoet, eventuele vervuiling, corrosiebestendigheid)
- Warmtewisselaar (TSA):
  - o overdracht (LMTD) van maximaal 1,5 K tussen grondwaterzijde en gebouwmedium (met uitzondering van warmtewisselaars voor regeneratie)



- en condensorwarmteafvoer). Dit voor maximaal debiet en de voorkomende deellastsituaties.
  - o Maximale drukval van 100 kPa
- Bronpomp:
  - o aantal starts en stops per uur
  - o minimale aanloop frequentie
  - o minimale frequentie (flow) voor koeling
  - o geschikte voedingskabel voor permanente onderwaterplaatsing
  - o rendement van het bodemenergiesysteem (deellast en pompcurve)
- Frequentieregelaar/uitgangsfiler
  - o maximaal spanningsverlies is berekend tot aan de bronpomp
  - o uitgangssignaal (spanningspieken) sluit aan bij toleranties van de bronpomp
- Injectieklep
  - o maximale insteldruk
  - o inbouwdiepte
  - o minimale debiet en regelbereik
- Expansievat
  - o inhoud
  - o afstemming aansluitleiding (lengte en diameter), minimale diameter aansluitleiding is DN 50.
- Spuileiding
  - o bemetering (watermeter)
  - o drukhandhaving
  - o lozingspunt of spuikop
- Onderhoudsfilter
  - o inhoud
  - o drukval
  - o onderhoudsmogelijkheden
- Meetmiddelen
  - o Nauwkeurigheid (afwijking van maximaal 2% van het meetbereik);
  - o meetbereik;
- Bekabeling.
  - o maximaal 3% spanningsverlies van frequentieregelaar/uitgangsfiler tot aan de bronpomp.
  - o EMC richtlijnen
  - o aarding (4de ader of aardmantel) van voldoende diameter voor kortsluitstroom.
- Transportleidingen
  - o maximale stroomsnelheid van 2,5 m/s (Noot: de maximale stroomsnelheid geldt voor de transportleidingen, voor pers- en injectieleidingen en andere (korte) hulpstukken mag de snelheid (tijdelijk en bij piekcapaciteit) hoger zijn.)
  - o moeilijk bereikbare verbindingen alleen lasverbindingen
- Stuurleidingen injectiekleppen
  - o maximale druk
  - o geschiktheid voor het plaatsen in water



## 5.4 Regeling

### *Toelichting*

*Een bodemenergiesysteem is een geautomatiseerde installatie. De regeling kan geïntegreerd zijn in de regeling van de gebouwinstallatie of kan soms onderdeel van de warmtepomp zijn dat op basis van enkele signalen aangestuurd kan worden. Het aansturen van het bodemenergie systeem is het directe gevolg van de bedrijfswijze van de bovengrondse installatie gebouwbeheersysteem (GBS) (zie ISSO Publicatie 39, 'Energiecentrale met warmte- en koudeopslag'). De communicatie tussen het GBS en de regeling van het bodemenergiesysteem is cruciaal voor het juist functioneren van de totale installatie en de energieprestaties. Om het regeltechnisch functioneren van het bodemenergiesysteem en de communicatie tussen het grondwatersysteem en het GBS vast te leggen in het ontwerp dient een regeltechnische omschrijving (RTO) te worden opgesteld. Hierin worden alle bedrijfssituaties beschreven en op basis van het hydraulisch schema functies en regeltechnische coderingen toegekend aan alle onderdelen. Onderdeel van de regeling en dus het RTO is de opslag van trends en gegevens (indien geëist in de geldende Wet- en regelgeving) en ten behoeve van het monitoren van het functioneren en de energieprestaties.*

Eis: leg het ontwerp van de regeling vast in een regeltechnische omschrijving (RTO).

Aan de eis wordt voldaan indien:

- In overeenstemming met de bovengrondse installatie is vastgelegd welke regelgrootte wordt toegepast (debiet/druk/temperatuur);
- Het principeschema is opgenomen in het RTO met specifieke coderingen voor alle regeltechnische apparatuur;
- Per bedrijfswijze (koude- en/of warmtelevering, regeneratie etc.) een schakelvolgorde of regelprocedures is uitgewerkt (in tabel vorm);
- Beveiligingen met bijbehorende opvolging is uitgewerkt;
- Een defaultlijst is opgenomen voor inbedrijfstelling met ten minste: De verwachte instelwaarden van beveiligingen en regelingen, looptijden, (start)frequenties;
- Prototype van de beeldplaatjes zijn opgenomen waarin de visualisatie van de regeling is weergegeven;
- Een registratie lijst is opgenomen met daarin voorbeelden van de wijze van trends van de parameters (o.a. temperatuur, debieten, vermogens, energie en debieten). In de registratielijst wordt aangegeven welke registraties voortkomen uit de geldende Wet- en regelgeving.
- Gecontroleerd is dat met voorgenomen registraties wordt voldaan aan de geldende registratieverplichtingen uit de geldende Wet- en regelgeving.



## 5.5 Onderhoud, beheer en monitoring

### *Toelichting*

*De eerste seizoenen (twee jaar) na de oplevering van een bodemenergiesysteem zijn cruciaal voor het uiteindelijke functioneren. Hiervoor is het van belang dat er bij het ontwerp van een bodemenergiesysteem nagedacht wordt over het beheer en onderhoud van de installatie. De ontwerper moet de ontwerpfilosofie vastleggen in een onderhouds en beheerplan waarin de projectspecifieke aandachtspunten worden vastgelegd.*

Tijdens de eerste twee jaar na oplevering dient de installatie minimaal halfjaarlijks te worden geïnspecteerd. Deze periode dient te worden afgesloten met een evaluatie waarbij een nieuwe onderhoudsfrequentie wordt vastgesteld. Hiervoor dient de onderhoudsfirma een voorstel te doen aan de opdrachtgever.



Eis: stel een Onderhoud en beheerplan op.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien het beheerplan bestaat uit ten minste de volgende onderdelen:

Onderhoud, met aandacht voor:

- geldende Wet- en regelgeving
- preventief:
  - o Inspecties. Houdt hierbij rekening met het verplichte pakket periodiek uit te voeren analyses aan grondwatermonsters, zoals beschreven in bijlage 2.1 van de Besluitvormingsuitvoeringsmethode bodemenergiesystemen voor provinciale taken (BUM BE deel 1)
  - o Regulier onderhoud
  - o Advies beheerder
- correctief:
  - o Herstel werkzaamheden
  - o Aanpassingen in defaultwaarden
  - o Versiebeheer van software
- oorzaak analyse.
- de actuele revisiebescheiden (Indien deze niet beschikbaar zijn of onvolledig zal een nieuw pakket samengesteld moeten worden).

Beheer, met aandacht voor:

- o Voorraad beheer
- o Energiebalans
- o Bronverstopping
- o Overschrijding van maximale waterverplaatsing
- o Afwijkende temperatuurniveaus

Projectevaluatie.



## 5.6 Overdracht van informatie

Eis: elke (potentiële) opdrachtnemer dient bij of ten behoeve van het vaststellen van de projectorganisatie aan te geven welke specifieke informatie hem dient te worden aangeleverd, welke door hem wordt toegevoegd/aangeleverd en welke als onderdeel van zijn resultaat wordt overgedragen aan zijn opdrachtgever.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als in de contractvorming tussen opdrachtnemer en opdrachtgever aantoonbaar aandacht is besteed aan de, voor de opdracht, specifiek benodigde informatieoverdracht en als bij afronding van de opdracht deze informatie is ontvangen, toegevoegd, gebruikt en is gerapporteerd.

## 6 Realisatie open bodemenergiesystemen

De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 3a.

### 6.1 Voorbereiding realisatie

#### Toelichting

*De voorbereiding op de realisatie moet dienen als het controlemoment waarop wordt nagegaan of hetgeen dat is vastgelegd in het ontwerp en de detailengineering ook daadwerkelijk realiseerbaar is op de projectlocatie op het moment van uitvoering. De fysieke inpasbaarheid en uitvoerbaarheid van componenten en onderdelen op de locatie wordt gecontroleerd.*

*Uitvoeringstechnische randvoorwaarden worden vastgesteld en georganiseerd. Dit houdt in dat zaken als werkruimte, het gebruik van water en stroom, de aanwezigheid van opslagruimte, lozingspunten e.d. worden afgestemd en vastgelegd. Het uitzetten van de bronlocaties is georganiseerd en zaken als het aanbrengen van sparingen en/of doorvoeringen zijn afgestemd. Bepaald wordt of en welke maatregelen getroffen moeten worden om schade aan eigendom van derden te voorkomen.*

*Ook wordt gecontroleerd of alle benodigde vergunningen en/of toestemmingen voorhanden zijn en welke verplichtingen hieruit voortkomen voor de daadwerkelijke realisatie kan plaatsvinden of worden afgerond.*

Eis: verneem aantoonbaar kennis van de inhoud van het ontwerp en de hierbij gehanteerde filosofie.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- Een werkplan wordt opgesteld dat de voorgenomen wijze van uitvoering (volgorde en planning) weergeeft en waaruit blijkt dat de inhoud en filosofie van het ontwerp is doorgrond en is gecontroleerd op volledigheid.
- Is vastgelegd dat werkzaamheden zijn afgestemd met andere bouwwerkzaamheden en de werktijden zijn bepaald.
- De afstemming rondom het beschikbaar hebben van werkwater, bouwstroom, werkruimte, opslag, het lozen van water en het opslaan en afvoeren van grond is vastgelegd.



Eis: controleer de uitvoerbaarheid van ontwerp-aannames en de detailengineering op de werkelijke actuele omstandigheden op de locatie.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als ten minste de volgende zaken zijn getoetst aan het ontwerp en de detailengineering en eventuele afwijkingen zijn vastgelegd.

- bronlocaties
- maaiveldniveau
- grondwaterstand
- de uitvoerbaarheid van het leidingtracé
- oppervlak van de technische ruimte

Wettelijke eis: voldoe aan alle wettelijke eisen met betrekking tot de zorg- en vergunningplicht ten aanzien van het bodemenergiesysteem.

Toetsingskader (bovenwettelijke uitwerking van deze eis)

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Een overzicht wordt opgesteld van de te doorlopen vergunningprocedures en/of voorschriften en hieruit voorkomende meldingen.
- In een/de planning is vastgelegd wanneer procedures, voorschriften en meldingen exact worden doorlopen en/of uitgevoerd en wie hiervoor verantwoordelijk is.
- De in het overzicht benoemde verantwoordelijke per procedure, voorschrift of melding de daadwerkelijke uitvoering heeft teruggekoppeld en verwerkt in het overzicht.
- (wettelijke eis) Vergunning voor de uit te voeren activiteiten is verkregen of de uit te voeren activiteiten zijn gemeld in het kader van de Waterwet en de daaraan gekoppelde provinciale of gemeentelijke verordeningen.

Eis: maak een planning en verifieer of deze wordt opgenomen in de totaalplanning van alle bouwactiviteiten.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Een planning is opgenomen in het werkplan waarin de werkzaamheden zijn afgestemd met de andere bouwwerkzaamheden op de locatie.
- De planning is voorzien van een versie beheer.

#### Toelichting

*Voor de realisatie zal het ontwerp en de detailengineering vertaald moeten worden naar werktekeningen. Het detailniveau van de werktekening zal zodanig moeten zijn dat bij de fabricatie en montage van de onderdelen geen verschil in interpretatie mogelijk is.*

Eis: vertaal het ontwerp/ de detailengineering naar werktekeningen.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien de werktekeningen minimaal de volgende onderdelen bevatten:

- diverse functionele aanzichten
- alle specificaties van componenten en toegepaste materialen,
- coderingen,
- maatvoering,
- hoogteligging,
- tracétekeningen leidingen

## 6.2 Realisatie

#### Toelichting

*De realisatie van het bodemenergiesysteem moet geschieden met behoud van de ontwerpfilosofie en het uiteindelijke resultaat moet voldoen aan de hierin geformuleerde uitgangspunten en kwaliteitseisen. Dat dit resultaat is bereikt is achteraf herleidbaar doordat het uitvoeringsproces goed is gedocumenteerd, de inhoud van revisiebescheiden en onderhoud- en bedieningsvoorschriften goed overeenkomt met het werkelijk gebouwde en dat de herkenbaarheid van installatieonderdelen is geborgd met eenduidige benaming en markering. Onverwachte omstandigheden of afwijkingen in de bodemopbouw kunnen er toe leiden dat tijdens de realisatie onderbouwde afwijkingen moeten worden geaccepteerd om onderdelen te kunnen realiseren. De omvang van deze afwijkingen en het gevolg hiervan op de uitgangspunten en kwaliteitseisen moet steeds teruggekoppeld worden. Dit om nog tijdig te kunnen bijsturen.*



### 6.2.1 Documentatie

Eis: signaleer en documenteer (noodzakelijke) afwijkingen en koppel de effecten hiervan terug naar de andere betrokken partijen belast met het realiseren van (onderdelen van) het bodemenergiesysteem en de bovengrondse installatie en de opdrachtgever om noodzakelijke correcties aan/in andere onderdelen van het systeem tijdig te kunnen doorvoeren.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- een uitvoeringslogboek wordt bijgehouden waarin alle afwijkingen van het ontwerp worden vermeld;
- het werkplan vooraf de diverse systeemonderdelen benoemt;
- het werkplan een te volgen procedure omschrijft welke doorlopen wordt als een afwijking wordt geconstateerd;
- de opdrachtnemer de ernst van de afwijking en de eventueel benodigde compenserende maatregelen schriftelijk, binnen twee werkdagen, aan de andere betrokken partijen kenbaar maakt.

Eis: stuur en controleer tijdens de uitvoering op het behalen van de gestelde eisen en uitgangspunten uit het ontwerp

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- bij afronding van elk onderdeel (zoals vastgelegd in het werkplan) de resultaten worden getoetst;
- bepaald wordt of het resultaat afwijkt en welke mate van afwijking dan aanwezig is.

### 6.2.2 Boren, inbouwen en aanvullen

#### Toelichting

*De werkwijze tijdens het boorproces moet een hoog kwaliteitsniveau borgen en een zo laag mogelijk risicoprofiel opleveren zodat boorgaten niet onderloops raken of instorten tijdens het boren. De filterstelling wordt bepaald op basis van goede monsters (zie hiervoor ook protocol 2101, Mechanisch boren). Het daadwerkelijk inbouwen van de bron geschiedt zonder dat er fouten worden gemaakt in dieptes en aanvulling.*

Eis: voorkom dat (natuurlijke) spoeling zich ter hoogte van het filtertraject gaat hechten op de boorgatwand en dat er tussen het tijdstip van het beëindigen van de boorwerkzaamheden en het aanstorten van het filter bezinking plaatsvindt in het boorgat.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- indien veen is doorboord het boorwater voor het bereiken van het te gebruiken opslagpakket wordt ververst, waarbij het spoelen minimaal het equivalent van twee keer de inhoud van de bufferbakken en het boorgat bedraagt.
- de planning van de boring erop is afgestemd dat na het op diepte komen van de bron direct of de eerst opvolgende ochtend gestart kan worden met het inbouwen;
- Indien direct na het uitbouwen van de boorstangen een buis (meestal de stortkoker) wordt ingebouwd tot einddiepte van de boring en de inhoud van het boorgat middels zuigen via deze buis wordt gecirculeerd nadat een aanvang wordt



gemaakt met het aanstorten van het filter.

- het werkproces voor het aanbrengen van de omstorting pas onderbroken mag worden totdat de afscheidende kleilaag boven het filter(deel) is geplaatst.

Eis: zorg voor een gecentreerde, nauwkeurig op de geplande diepte, inbouw van de buizen, filters en peilbuizen en een gelijkmatige aanvulling van het boorgat.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- In het filtertraject om de vijf en ter hoogte van stijgbuizen en de pompkamer om de tien meter een centreerbeugel wordt geplaatst;
- De constructie en wijze van bevestiging van de centreerbeugels zodanig is dat deze na bevestiging niet meer handmatig vervormbaar zijn.
- Buisdelen (eventueel bestaande uit diverse buislangtes (passtukken) van samen maximaal 10 meter), inclusief de peilbuizen, in verticale positie boven het boorgat worden verlijmt dan wel worden geschroefd;
- Bij de inbouw van meerdere (peil)buizen in een boorgat deze, waar ze op gelijke diepte voorkomen, onderling verbonden zijn met een vooraf bepaalde tussenmaat. Waarbij het aantal verbindingen overeenkomt met het interval van de centreerbeugels.
- Van alle filterbuizen, blinde buizen en buizen van de pompkamer de werkelijke lengte voor en na montage bepaald wordt.
- De verbindingen boven het filter waterdicht zijn uitgevoerd
- Na het inbouwen van het filter tot einddiepte, voorafgaand aan het aanvullen d.m.v peilen binnendoor de einddiepte gecontroleerd is.

Eis: bepaal voor het aanvullen de specifieke volumes van de verschillende lagen aanvulmateriaal.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- op basis van de filterstelling, buisdiameter en boorgatdiameter voor de verschillende lagen de specifieke volumes van de verschillende lagen aanvulmateriaal worden bepaald en vastgelegd.
- vooraf op basis van het volume wordt bepaald hoeveel verpakkingseenheden dit vertegenwoordigt.
- bij aanvang van het aanvullen de berekende aantallen worden gecontroleerd met de op locatie aanwezige aantallen aan verpakkingseenheden.
- bij het op einddiepte boren van een boring die op een eerder moment in het proces (deels) is ingestort of dichtgevallen wordt, op basis van de lengte waarover het gat is ingestort, berekend en vastgelegd hoeveel extra aanvulmateriaal minimaal benodigd is. Hierbij wordt er van uitgegaan dat het ingestorte deel van het boorgat volledig is opgevuld met ingelopen grond en dat bij het uiteindelijk op diepte zijn van de boring er naast het boorgat een ruimte is ontstaan met een hieraan gelijke inhoud
- De boring niet is verricht met de spoelboortechneik. *Toelichting: met de spoelboortechneik is het niet mogelijk de voor een goede werking van open bodemenergiesystemen benodigde nauwkeurigheid te borgen.*



Eis: bepaal periodiek de diepte van bovenkant aanvulmateriaal tijdens het aanvullen.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- de diepte wordt bepaald tussen elke overgang in aanvulmateriaal.
- de diepte wordt bepaald na het aanvullen met een hoeveelheid materiaal dat de aanvulling van 5 meter boorgat vertegenwoordigd indien hierbinnen geen overgang in materiaalsoort aanwezig is.

Eis: ontwikkel de bron(nen) zodanig dat deze op ontwerpcapaciteit zand en slibvrij water kan/kunnen leveren op voldoende capaciteit.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De bereikte afpompingscapaciteit na ontwikkelen herleidbaar is op basis van analytische bepaling op basis van de filterstelling.
- Het maximaal te gebruiken ontwikkeldebiet minimaal gedurende één of meerdere acties minimaal gelijk of groter is dan de ontwerpcapaciteit.
- Het onttrokken water bij oplevering van de bron een vaste stof gehalte heeft van maximaal 0,01 mg/l.
- De slibhoudendheid van het water voor oplevering aantoonbaar is gecontroleerd.
- Bij oplevering van de bron een verslaglegging overlegd wordt waarin is gedocumenteerd welke ontwikkelacties zijn gebruikt en welke waterhoeveelheden zijn onttrokken.

Eis: voorkom dat de bron na afronding van de boor en ontwikkelwerkzaamheden beschadigd raakt.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De bron aan de bovenzijde wordt afgesloten binnen een dag na afronding van de werkzaamheden, indien het inbouwen van componenten en definitief afwerken hier niet direct op volgt.
- De bron(constructie) zichtbaar in het terrein aanwezig blijft en schade aan de constructie wordt voorkomen door deze te beschermen met een constructie rondom of over de bron.
- De locatie van de bron nauwkeurig vastleggen en de documenten aantoonbaar overdragen aan de verantwoordelijke voor het (bouw)terrein

### 6.2.3 Hydraulisch circuit

#### Toelichting

*Bij de realisatie van het hydraulisch circuit van open en gesloten bronnen moet een robuust, betrouwbaar en energiezuinig bodemenergiesysteem worden geborgd. Hierbij is het van belang dat gewerkt wordt conform het ontwerp.*

Eis: voorkom vervuiling van het hydraulisch circuit tijdens aanleg en montage.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Terreinleiding tijdens verwerken worden voorzien van eindkappen.



- De montage vindt plaats volgens voorschriften van de fabrikant.
- Na aanleg van het hydraulisch circuit, of afgebakende losse delen daarvan, moet al het leidingwerk en moeten alle appendages inwendig gespoeld en gereinigd worden van (bouw)vuil.

Eis: voorkom luchtbellens door het plaatsen van ontluchtingspunten op ten minste de hoogste punten.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De installatie op logische plekken ontlucht kan worden.
- Hoogte verschillen in het veld voorkómen.

Eis: condensvorming in inpanidige ruimten en thermische verliezen moeten voorkomen worden.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Alle inpanidige leidingen zijn, voor zover het ontwerp dit vereist, geïsoleerd met dampdichte isolatie.

Eis: zorg voor een gecontroleerde inbouw van de pompinstallatie.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De broninstallatie wordt sectiegewijs ingebouwd bij pompdiepten dieper dan 10 m of bij meer dan één verbinding.
- In de broninstallatie minimaal om de 10 meter en ter hoogte van de pomp en injectieklep een centreebeugel wordt geplaatst.
- De constructie en wijze van bevestiging van de centreebeugels zodanig is dat deze na bevestiging niet meer handmatig vervormbaar zijn.
- Kabels, leidingen en buizen worden gefixeerd aan de pers/injectieleiding.
- De bronkop dient zodanig te worden gemonteerd dat er voldoende ruimte is tussen de bovenzijde van de pompkamer enerzijds en de bronplaat resp. de afdichtring anderzijds om zettingverschillen op te vangen.



## 6.2.4 Regeling en monitoring

*Toelichting*

*Een belangrijke stap bij de realisatie van een bodemenergiesysteem is het programmeren van de software voor de regeling, beveiliging en de registraties. Hierbij is het van belang dat de booraannemer input levert aan de regelfirma (door o.a. een default lijst met regelparameters). Verder is goed versie beheer en revisie van de genomen stappen belangrijk om een transparant uitvoeringsproces te houden.*

Eis: het tot stand komen van de software moet herleidbaar zijn.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Er een logboek wordt bijgehouden van het programmeren van de software voor de regeling, beveiliging en de registraties.
- In dit logboek een begrijpelijk, transparant en overdraagbaar stappenplan is opgenomen.

- In het logboek is ten minste de volgende informatie is beschreven:
  1. Defaultlijst met wijzigingen lijst (fiat van booraannemer);
  2. Versiebeheer software;
  3. Aanpassingen op RTO;
  4. Status calibreren / ijken van meetmiddelen;
  5. Meterstanden registratie (per dag).

### 6.3 Inbedrijfstelling en testen

#### *Toelichting*

*De (deel) oplevering van een gebouwsysteem zal zelden samenvallen met de oplevering van het bodemenergiesysteem. Hierdoor kan de interactie tussen de gebouwinstallatie en een bodemenergiesysteem op het moment van in bedrijf stellen niet getest worden. Om die rede zullen alle bedrijfswijze van het bodemenergiesysteem middels simulatie voor het in bedrijf stellen getest moeten zijn op hydraulisch functioneren, beveiligingen en registraties. Regelmatig zijn er problemen met de communicatie tussen de regeling van het bodemenergiesysteem en het GBS (gebouwbeheersysteem) van de bovengrondse installatie. Ook de vereiste dataregistratie t.b.v. de vergunningen en de monitoring van het functioneren van een bodemenergiesysteem zijn vaak niet volledig functioneel. In deze paragraaf zijn eisen gesteld aan de voorwaarden van inbedrijfstelling en de functionele inbedrijfstelling.*

Eis: Zorg voor het gestructureerd testen en beproeven van het bodemenergiesysteem aan de hand van een test- en beproevingsprotocol en voorkom vervuiling en schade aan het bodemenergiesysteem bij inbedrijfstelling.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien een test- en beproevingsprotocol is opgesteld met ten minste de volgende onderdelen:

- o reinigen installatieonderdelen;
- o visuele inspectie;
- o testen van alle componenten op juiste montage, aansluiting en op functioneren;
- o doormeten van de bekabeling;
- o spoelen van alle leidingen aan grondwaterzijde met gebruikmaking van de spuileiding;
- o spoelen van alle leidingen aan gebouwzijde (door/met derden) zover deze direct het bodemenergiesysteem kunnen beïnvloeden (koppeling TSA);
- o het beproeven van de sterkte en gas- en waterdichtheid van de installatieonderdelen.
- o inregelen debietverdeling naar injectiebronnen; de debietverdeling naar de injectiebronnen dient gelijk te zijn. Het onderlinge debietverschil moet minder zijn dan 10% over de gehele debietrange.
- o hydraulisch inregelen en vervaardigen van keuringsrapporten;
- o regeltechnisch inregelen en vervaardigen van keuringsrapporten;
- o beproeven van het totale bodemenergiesysteem inclusief beveiligingen en registratie;
- o testen koppeling bodemenergiesysteem en GBS en vervaardigen van keuringsrapporten;
- o testen gebouwinstallatie (door/met derden), indien uitvoerbaar bij volledige gebouwbelasting, incl. bodemenergiesysteem.
- o testen om na te gaan of wordt voldaan aan de eisen van de vergunningverlening.





## 6.4 Onderhoud en beheer

### *Toelichting*

*De eerste seizoenen na de oplevering van een bodemenergiesysteem zijn bepalend voor het uiteindelijke functioneren. Hiervoor is het van belang dat de partijen die betrokken zijn bij de aanleg van de installatie ook betrokken zijn bij de opstartperiode. Het actualiseren van het onderhoud en beheerplan en de overdracht hiervan aan de beheerder en de onderhoudspartij zijn cruciaal voor de uiteindelijke prestaties en de levensduur van de installatie.*

Eis: verwerk wijzigingen in het onderhoud en beheerplan ten opzichte van het detail ontwerp (zie hoofdstuk 6).

### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien alle onderdelen van het beheerplan overeenkomen met de gerealiseerde installatie en zijn voorzien van de status: revisie.

## 6.5 Revisiepakket

### *Toelichting*

*Een bodemenergiesysteem zal doorgaans voor meerdere decennia worden aangelegd. Vaak zal het eigendom en het beheer van de installatie in deze periode wisselen. Hierdoor kan waardevolle informatie verloren gaan waardoor de bedrijfsvoering en de instandhouding aan de installatie bemoeilijkt worden. Om die reden is een goede documentatie van de revisiegegevens bijzonder belangrijk.*

Eis: bij oplevering van de totaal installatie dienen alle ontwerp- en realisatiegegevens te worden geactualiseerd en gebundeld in een revisiepakket (revisiebescheiden). Deze dient bij oplevering te worden overgedragen aan de opdrachtgever.

### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien in de revisiebescheiden minimaal zijn opgenomen:

- Juridisch
  - vergunningen, overzicht van alle bij het systeem behorende/verkregen vergunningen en de op basis hiervan gevoerde communicatie. Tevens wordt een overzicht gegeven van de vanuit deze vergunningen in de toekomst te vervullen verplichtingen.
  - garantieverklaring.
  - bij een installatie op gemeentegrond: een (bij bronnen en/of kabels en leidingen op gemeentegrond) uitleg, dan wel verwijzing naar acties/verplichtingen voortkomend uit de WION (Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netten) die de eigenaar van het systeem moet (laten) verzorgen.
- Civiel Technisch
  - boorbeschrijving(en);
  - inbouw- en aanvulstaten, inclusief filterstelling;
  - capaciteitsproef;
  - ontrekkings en infiltratieproef;
  - locatie tekening met bronnen (xy-coördinaten en afwerkhoogte tov NAP), kabels, leidingen (WION), eventuele terreinafsluiters, ontluchters en kabelmoffen.
- Werktuigbouwkundig
  - principeschema van het systeem;



- werktekeningen;
  - keurings- en ijkrapporten bemetering;
  - Afpersrapportage of rapportage druktesten;
  - technische documentatie van componenten.
- Regeltechnisch/elektrotechnisch
    - softwareomschrijvingen (RTO);
    - defaultlijst instelwaarden;
    - kasttekeningen;
    - kabellijsten.
  - Beheer
    - Onderhoud en beheerplan (bedieningsvoorschriften en onderhoudsbescheiden);
    - Logboek waarin wijzigingen en reparaties worden weergegeven.



## 7 Beheer en onderhoud open bodemenergiesystemen

De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 4a.

### 7.1 Beheer

#### *Toelichting*

*Het beheer en onderhoud van een bodemenergiesysteem zijn cruciaal om een installatie langdurig binnen de ontwerpspecificaties te kunnen laten functioneren.*

*Een aantal faalfactoren hierin zijn:*

- *Voorraad beheer*
- *Bronverstopping*
- *Bodembevroezing*
- *Lekkages*
- *Overschrijding van maximale waterverplaatsing*
- *Afwijkende temperatuurniveaus*
- *Aanpassingen in defaultwaarden*
- *Oude software versies*
- *Het niet onderhouden van de bronnen*

*Het beheer en het onderhoud worden doorgaans door verschillende partijen uitgevoerd. De eindverantwoordelijkheid voor het (energetisch/technisch) functioneren en het voldoen aan de vergunningsvoorschriften ligt bij de beheerder (vergunninghouder). Deze zal ook de onderhoudspartij moeten aansturen op basis van het onderhouds en beheerplan. De onderhoudspartij zal doormiddel van periodieke inspecties en metingen afwijkingen en gebreken moeten constateren en vooraf bepaalde preventief onderhoud moeten uitvoeren (bijvoorbeeld reinigen van filters en vervangen of reviseren van versleten onderdelen). De onderhoudspartij zal de beheerder moeten informeren over de staat van de installatie.*

Eis: doorloop gezamenlijk met de beheerder de onderstaande stappen:

1. Leg in overleg met de beheerder de mijlpalen voor het onderhoud vast in een beheer- en onderhoudsplan. Zorg daarbij voor storingsopvolging;
2. Leg de verantwoordelijkheden vast met betrekking tot het beheer en onderhoud;
3. Overleg met de beheerder over de wijze waarop afwijkingen ten opzichte van de vergunningen en de ontwerpuitgangspunten worden gecommuniceerd;
4. Overleg met de beheerder over hoe storingen worden gecommuniceerd.

Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als bovenstaande stappen aantoonbaar zijn doorlopen en schriftelijk zijn vastgelegd, waarbij in de vastlegging naar voren komt:

- Welke partij, welke informatie, langs welke route heeft aangeleverd;
- Het uiteindelijke document door zowel de beheerder als de beherende partij van de ondergrondse installatie is ondertekend.

#### *Toelichting*

*Onder regulier beheer wordt de dagelijkse bedrijfsvoering verstaan. Het bodemenergiesysteem zal doorgaans als integraal onderdeel van de gebouwinstallatie functioneren. De signalering van storingen en onderhoudsmeldingen horen tot het regulier beheer evenals het de opvolging hierop (dit kan het inschakelen van een onderhoudspartij zijn). Ook de monitoring van de gegevens registratie en de rapportage hiervan naar de provincie zijn onderdeel van het regulier beheer. De verantwoordelijkheid van de energieprestatie van het bodemenergiesysteem vallen onder het beheer.*



## 7.2 Onderhoud

### *Toelichting*

*Onder preventief onderhoud worden periodieke werkzaamheden en inspecties verstaan die als doel hebben afwijkingen of gebreken in een vroeg stadium te signaleren en door preventieve acties te voorkomen dat de verwachte levensduur niet gehaald wordt.*

### *Definitie van onderhoud*

*De tijdens de levensduur van het bodemenergiesysteem ononderbroken uit te voeren reeks van inspecties, onderhoudsbeurten en herstelwerkzaamheden die nodig zijn om de oorspronkelijke functie van de installatie en de technische prestaties van zijn onderdelen te handhaven.*

### 7.2.1 Preventief onderhoud

#### *Toelichting*

*Een onderhoudspartij heeft specialiste kennis van bodemenergiesystemen. Het is daarom belangrijk dat een onderhoudspartij de beheerder ondersteund bij het beheer van de installatie. Constateringen met betrekking tot het technisch en energetisch functioneren dienen te worden overlegd met de beheerder.*

Eis: onderhoud het bodemenergiesysteem op zodanige wijze dat de beoogde levensduur behaald kan worden en dat de capaciteit en het vermogen gegarandeerd blijft.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien het onderhoud en beheerplan wordt uitgevoerd en de volgende onderdelen zijn vastgelegd en/of bijgewerkt:

- De inspectierapportages te herleiden zijn aan het onderhoud en beheerplan.
- Het logboek bij gewerkt is
- Als de vereiste periodieke actie uit de vergunning onderdeel zijn van het periodieke onderhoud.
- de periodieke inspecties minimaal de volgende onderdelen bevatten:
  - o Appendages controleren op functie
  - o Bemeten peilen, drukken, debieten en capaciteiten
  - o Voedingskabels pompen meggeren
  - o Constateringen en afwijkingen communiceren met de beheerder
  - o Controleer bij open bodemenergiesystemen het specifiek debiet van elke bron. Voorkom irreversibele verstopping van de bronnen.
  - o De staat van alle (zichtbare) materialen tijdens een onderhoudsinspectie visueel is opgenomen. Eventuele gebreken of indicaties op gebreken dienen te worden gerapporteerd.
  - o controleer de hoofdcomponenten en alle appendages op functionaliteit.
  - o Voer een dichtheidsbeproeving uit door de installatie op druk te zetten (drukhandhaving) en beoordeel de dichtheid.
  - o Advies aan de beheerder van de installatie, borg in het onderhoud van het bodemenergiesysteem een periodieke terugkoppeling over prestaties, energievoorraden en eventuele wijzigingen in de installatie met de beheerder van de installatie.
  - o Protocol voor storingsopvolging



Eis: leg de mijlpalen voor het onderhoud vast in het onderhoud- en beheerplan.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien de volgende onderdelen zijn vastgelegd.

- onderhoudsfrequentie
- datum project evaluatie (twee jaar na oplevering).

Eis: zorg voor een storingsopvolging, doormelding vanuit het GBS. En een meldnummer van de beheerder voor eventuele calamiteiten.

Aan deze eis wordt voldaan indien:

Het protocol voor storingsopvolging is bijgewerkt en functioneel is (meldnummers worden beantwoord).

### 7.2.2 Correctief onderhoud

*Toelichting*

*Met correctief onderhoud wordt het oplossen van storingen of het verhelpen van gebreken bedoeld. Storingen met een bodemenergiesysteem zijn zeer ongewenst, dit kan leiden tot comfort klachten en het niet na kunnen komen van leverings- en vergunningsverplichtingen. Na het oplossen van een storing dient altijd een oorzaak analyse te worden uitgevoerd om symptoombestrijding te voorkomen. Door de oorzaak van een storing te onderzoeken kan vaak grotere onomkeerbare schade worden voorkomen (zoals bronverstopping of opbarsting).*

Eis: vervanging, revisie of herstel van componenten moet in revisiebescheiden worden bijgehouden en onderdeel zijn van de projectevaluatie.

Aan deze eis wordt voldaan indien:

De revisiegegevens zijn bijgewerkt en overeenkomen met de installatie.

Eis: Voer een oorzaakanalyse uit bij het falen van een component.

Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als de volgende onderdelen zijn opgenomen in de oorzaakanalyse:

- materialen die vervangen, gereviseerd of hersteld zijn staan verwerkt in het logboek
- De onderhoudswerkzaamheden en het resultaat daarvan staan beschreven (specifiek debiet voor en na regenereren)
- Verwachte levensduur aan de werkelijke levensduur is getoetst

Verklaring aan de beheerder voor het falen van het component, de gekozen oplossing en het verwachte resultaat.



## Deel B Gesloten bodemenergiesystemen

### 8 Ontwerp gesloten bodemenergiesystemen

De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 1b.

#### 8.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie

##### *Toelichting*

*Voordat wordt overgegaan tot het ontwerpen van het bodemenergiesysteem dient eerst de benodigde communicatie met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie plaats te vinden. Dit zodanig dat beide ontwerpen uiteindelijk, op basis van eenduidige basisgegevens, randcondities en verantwoordelijkheden, resulteren in een integraal ontworpen systeem(concept). Om hiertoe te komen dient het in dit protocol opgenomen communicatiemodel gevolgd te worden.*

Eis: doorloop gezamenlijk met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie de onderstaande stappen:

- ga na of de beoogde uitvoeringslocatie in een interferentiegebied ligt of in een gebied waarvoor in de PMV beperkingen of verbod gelden;
- verstrek de ontwerper van de bovengrondse installatie de benodigde basisgegevens om een definitieve selectie van het systeemconcept te maken conform het communicatiemodel (bijlage 2, tabel 7);
- controleer de basisgegevens voor het ontwerp van het bodemenergiesysteem, als opgegeven door de ontwerper van de bovengrondse installatie, die volgen uit zijn dimensionering van de bovengrondse installatie (bijlage 2, tabel 8);
- voorzie de ontwerper van de bovengrondse installatie van de definitieve gegevens over de installatie (bijlage 2, tabel 8);

##### Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als bovenstaande stappen zijn doorlopen en schriftelijk zijn vastgelegd, waarbij in de vastlegging naar voren komt:

- welke partij welke informatie langs welke route heeft aangeleverd;
- dat het uiteindelijke document door zowel de ontwerpende partij van de bovengrondse als de ontwerpende partij van de ondergrondse installatie is ondertekend.

#### 8.2 Geohydrologisch vooronderzoek

##### *Toelichting*

*Voor gesloten systemen moet men inzicht verkrijgen in de opbouw van de bodem en de thermische eigenschappen van de bodem op de locatie.*

Eis: zorg voor inzicht in de geohydrologische situatie bij gebruik van gesloten systemen.

##### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als het bedrijf voor het ontwerp van gesloten systemen ten minste de volgende informatie heeft verzameld en gerapporteerd:

- Bodemopbouw (zand, klei, veen, etc.);
- Grondwaterstand aan maaiveld en aanwezigheid artesisch water;
- Grondwaterstroming- en richting (alleen als is vastgesteld dat er risico op negatieve interferentie is);



- Bodemtemperatuur in relatie tot de diepte;
- Bodemenergiesystemen en andere onttrekkingen in de omgeving (minimaal een straal van 120 meter);
- Bodemverontreiniging op de locatie;
- Bodemthermische parameters (warmtegeleidingscoëfficiënt en warmtecapaciteit).

Eis: voer een risicoanalyse uit voor aanleg en bedrijfsvoering van een gesloten systeem op de beoogde locatie. Beoordeel of aanvullend onderzoek noodzakelijk is en op welke wijze de risico's worden beheerst.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan als het bedrijf de situatie met betrekking tot de onderstaande risico's heeft beoordeeld:

- de classificatie van de grondlagen ter bepaling van de thermische eigenschappen van de bodemopbouw;
- het opboren van verontreinigde grond;
- de aanwezigheid van artesisch water;
- stromingsrichting en stroomsnelheid grondwater (alleen als is vastgesteld dat er risico op negatieve interferentie is);
- het beïnvloeden van andere bij het grondwater betrokken belangen, waaronder het risico op negatieve interferentie met andere bodemenergiesystemen.

en voor elk van bovengenoemde risico's is vastgesteld:

- de kwaliteit van de beschikbare geohydrologische informatie (is die voldoende om het risico te kunnen beoordelen?);
- de noodzaak voor aanvullend onderzoek (zie paragraaf 4.2) en, indien is vastgesteld dat uitvoering daarvan nodig is, het doel van het aanvullend onderzoek;
- de kans dat het risico optreedt;
- de gevolgen;
- te nemen beheersmaatregelen.

Het bedrijf rapporteert de uitkomsten van de risicoanalyse aan de opdrachtgever.

Eis: voldoe bij een gesloten systeem aan alle wettelijke eisen met betrekking tot de zorg- en vergunningplicht ten aanzien van het gebruik van de bodem, het gebruik van grondwater, het vrijkomen en afvoeren van grond en grondwater.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan als het bedrijf ervoor heeft gezorgd dat:

- een overzicht is opgesteld van de benodigde vergunningen en meldingen, inclusief planning en toewijzing van verantwoordelijkheden;
- een melding is gedaan in het kader van de Wet Milieubeheer (systemen binnen inrichtingen) of de Wet Bodembescherming (systemen buiten inrichtingen), en de daaraan gekoppelde gemeentelijke verordeningen;
- voor systemen groter dan 70 kW of voor systemen in interferentiegebieden een vergunning is aangevraagd in het kader van de Wabo (Wet algemene bepalingen omgevingsrecht) en de daaraan gekoppelde gemeentelijke verordeningen of waterschapskeur.



### 8.3 Nader geohydrologisch onderzoek

#### *Toelichting*

*Als de beschikbare gegevens onvoldoende zijn of onnauwkeurige informatie over de bodemopbouw op de locatie hebben opgeleverd, kan men op de locatie een praktijkonderzoek uitvoeren. Dit onderzoek bestaat uit het uitvoeren van een proefboring of het vervaardigen van een gesloten bron met TRT. Met dit praktijkonderzoek wordt een beschrijving van de bodem, de natuurlijke grondwatertemperatuur, de grondwaterstand en de gemiddelde warmtegeleiding van de bodem verkregen. Deze gegevens dienen als input voor het ontwerp van het gesloten systeem.*

Eis: als de risicoanalyse dit eist voer dan een nader geohydrologisch onderzoek uit door ofwel een proefboring uit te voeren ofwel een gesloten bron te vervaardigen om geconstateerde risico's in beeld te brengen en om van belang zijnde ontwerpparameters te verkrijgen. Deze eis is niet van toepassing op het ontwerp van een systeem voor één individuele woning.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan als het bedrijf:

- door het nader geohydrologisch onderzoek de werkelijke praktijkgegevens, waaronder in elk geval bodemopbouw, temperatuur, grondwaterstand en warmtegeleiding, op de locatie heeft verkregen;
- is nagegaan of de gegevens van de bodemopbouw aanleiding geven om het ontwerp aan te passen en, indien dit het geval is, het ontwerp heeft aangepast.

### 8.4 Energieconcept

#### *Toelichting*

*Het energieconcept wordt bepaald door de randvoorwaarden van het gebouw (zie ISSO Publicatie 73, 'Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars' of ISSO Publicatie 72, 'Ontwerpen van individuele en kleine elektrische warmtepompsystemen voor woningen'). Het gesloten systeem stelt randvoorwaarden aan het energieconcept en aan de bovengrondse installaties. Denk hierbij aan de maximale vermogens en energiehoeveelheden en de minimale en de maximale gemiddelde mediumtemperaturen.*

Eis: ontwerp een gesloten systeem dat afgestemd is op en integraal aansluit op het energieconcept van de bovengrondse installatie.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- In het energieconcept aantoonbaar rekening is gehouden met het vermogen voor verwarming (verdampervermogen warmtepomp), koelvermogen, duur van de pieklasten, jaarlijkse warmte- en koudevraag, temperatuurniveaus van het bodemenergiesysteem.

### 8.5 Bron- en boorgatconfiguratie

#### *Toelichting*

*In de vorige paragraaf is een basiskeuze gemaakt ten aanzien van een ondergronds systeem. Vervolgens wordt bepaald welke lagen worden gebruikt, hoeveel bronnen/boorgaten er nodig zijn en hoe die gepositioneerd worden. Naast juridische randvoorwaarden zal de bronconfiguratie bepaald worden door o.a het gewenste thermisch vermogen en thermisch rendement en de*





*mogelijke aanwezigheid van andere systemen. In deze paragraaf worden eisen gesteld aan de wijze waarop de bronconfiguratie moet worden bepaald en aan welke randvoorwaarden/ontwerpnormen deze moet voldoen. De grootte van het gesloten systeem wordt in grote lijnen bepaald door de geohydrologische gegevens, vermogens, energiehoeveelheden en temperatuurniveaus. De grootte wordt uitgedrukt in boorgatlengte met de eenheid aantal meters boorgat. Daar de diepte technisch, juridisch of geohydrologisch veelal begrensd is.*

Eis: bepaal de randvoorwaarden voor de locaties van de gesloten bronnen.

#### Toetsingskader

De keuze voor het bepalen van de locaties van de gesloten bronnen wordt ten minste getoetst aan de volgende randvoorwaarden:

- Het beschikbaar maaiveldoppervlak voor de gesloten bronnen.
- Aantoonbaar is bij de gemeente (en/of provincie) nagegaan of op de locatie een masterplan voor bodemenergie is vastgesteld of dat er sprake is van een interferentiegebied.
- Indien bodemenergiesystemen in de omgeving aanwezig zijn binnen het invloedsgebied, is de (gerealiseerde) bronconfiguratie van deze systemen nagegaan.

Eis: bepaal of de gekozen diepte en diameter van de individuele bodemwarmtewisselaar haalbaar zijn met het oog op leidingweerstand en maximale opvoerhoogte van de circulatiepomp.

#### Toetsingskader

De keuze voor de diepte van de wisselaar (gesloten bron) wordt ten minste getoetst aan de volgende randvoorwaarde:

- De leidingweerstand binnen het leidingcircuit is beperkt tot maximaal 80% van de maximale hoogte van de circulatiepomp van de warmtepomp, door een juiste verhouding van flow, lusdiameter en diepte.

Eis: bepaal het aantal gesloten bronnen en de configuratie van de gesloten bronnen voor het leveren van de benodigde vermogens en energiehoeveelheden.

#### Toetsingskader

De keuze in het aantal gesloten bronnen en de configuratie van de gesloten bronnen worden ten minste getoetst aan de volgende randvoorwaarden:

- Het aantal gesloten bronnen en de configuratie van de gesloten bronnen wordt berekend met EED (Earth Energy Designer) of gelijkwaardig (Ghlepro ,DST, SBM).
- Het beschikbaar maaiveldoppervlak voor plaatsing van de gesloten bronnen.
- Het vermogen voor verwarming (verdampervermogen warmtepomp) en koelvermogen inclusief eventuele duur van de pieklast.
- Het jaarlijkse warmte- en koudevraagprofiel.
- De toegestane gemiddelde temperatuur van het medium dient zich binnen de minimum (>-3°C) en maximum (+30°C) toegestane temperatuurgrenzen te bevinden.
- Bevriezing van de bodem gedurende het in bedrijf zijn niet plaatsvindt.

Eis: toets de locaties van de gesloten bronnen op inpassingmogelijkheden, bereikbaarheid en eigendomsrechten.



#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Toestemming van de eigenaar van de grond is gekregen voor het plaatsen van gesloten bronnen.
- (wettelijke eis) Vooronderzoek naar mogelijke kabels en leidingen ter plaatse van de uitvoeringslocatie is uitgevoerd volgens de eisen uit de Wet informatieuitwisseling ondergrondse netten (WION) en de benodigde (aanleg)vergunning of keur in kaart is gebracht of aangevraagd.
- De aanwezigheid van een document waarin is aangegeven dat de opdrachtgever akkoord is met de locaties van de gesloten bronnen.

Eis: condensvorming in in pandige ruimten en thermische verliezen moeten voorkomen worden.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- het ontwerp aantoonbaar aandacht besteedt aan welke van de in pandige leidingen moeten worden geïsoleerd met dampdichte isolatie.

## 8.6 Effectberekeningen

#### *Toelichting*

*Van de in de vorige paragraaf bepaalde bron/boorgatconfiguratie zal moeten worden bepaald welke thermische effecten deze op de omgeving en het systeem hebben. Als de effecten op de omgeving niet passen binnen het juridisch of technisch kader zal de bronconfiguratie moeten worden aangepast. Er kan dus een iteratief proces ontstaan met de vorige paragraaf. De eisen in deze paragraaf richten zich op de berekeningswijze van de effecten.*

#### *Toelichting*

*Bij een gesloten systeem dient alleen een effectenberekening te worden uitgevoerd indien dit voor een melding of voor een vergunningaanvraag in het kader van de AMvB Bodemenergie nodig is.*

Eis: bepaal het thermisch beïnvloedingsgebied rondom het gesloten systeem indien dit wordt geëist bij een melding of vergunningaanvraag in het kader van de AMvB Bodemenergie.

#### Toetsingskader

- Er een thermische modelberekening uitgevoerd is. Het gebruikte modelpakket is aantoonbaar geschikt voor de uit te voeren berekeningen, blijkend uit de referentiedocumenten van het modelpakket of uit een gedocumenteerde verificatieberekening door de gebruiker van het modelpakket. Pakketten die hierin vallen zijn bijvoorbeeld: HST3D, Tough, Modflow/SEAWAT.
- De uitgangspunten, geohydrologische en thermische schematisatie en de berekeningsmethodiek op inzichtelijke wijze gerapporteerd zijn.
- De thermische effecten bij een gemiddeld laad- en losprofiel tot aan de stationaire eindsituatie zijn berekend en op inzichtelijke wijze zijn gerapporteerd.
- Het thermisch beïnvloedingsgebied is vastgesteld voor een gemiddeld klimaatjaar gedurende een periode van 25 jaar;
- Het risico op negatieve interferentie met andere bodemenergiesystemen is vastgesteld.



## 8.7 Overdracht van informatie

Eis: elke (potentiële) opdrachtnemer dient bij, of ten behoeve van, het vaststellen van de projectorganisatie aan te geven welke specifieke informatie hem dient te worden aangeleverd, welke door hem wordt toegevoegd/aangeleverd en welke als onderdeel van zijn resultaat wordt overgedragen aan zijn opdrachtgever.

### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als in de contractvorming tussen opdrachtnemer en opdrachtgever aantoonbaar aandacht is besteed aan de, voor de opdracht, specifiek benodigde informatieoverdracht en als bij afronding van de opdracht deze informatie is ontvangen, toegevoegd, gebruikt en is gerapporteerd.



## 9 Detail engineering gesloten bodemenergiesystemen

De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 2b.

### 9.1 Vastlegging uitgangspunten en communicatie

#### Toelichting

*Voordat wordt overgegaan tot de detail engineering van het bodemenergiesysteem dient eerst de benodigde communicatie met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie plaats te vinden. Dit zodoende dat beide detail ontwerpen uiteindelijk, op basis van eenduidige basisgegevens, randcondities en verantwoordelijkheden, resulteren in een integraal ontworpen systeem(concept). Om hiertoe te komen dient het in dit protocol opgenomen communicatiemodel gevolgd te worden.*

Eis: Doorloop gezamenlijk met de ontwerpende partij van de bovengrondse installatie, onderstaande stappen:

- Leg de verantwoordelijkheden vast met betrekking tot het ontwerp van de TSA en wissel de gegevens uit voor dimensionering conform het communicatiemodel (bijlage 2).
- Overleg met de ontwerper van de bovengrondse installatie over de basisgegevens ten behoeve van de beschrijving van de automatische werking en regeltechnische omschrijving conform het communicatiemodel (bijlage 2). Leg hierbij ten minste vast op welke parameter(s) gestuurd gaat worden (flow of temperatuur).
- Bepaal en leg vast welke voorzieningen (zowel hardware- als softwarematig) worden opgenomen, dan wel worden voorbereid om (later) stuurmogelijkheden te hebben om de energetische balans te handhaven of te herstellen.
- Overleg met de ontwerper van de bovengrondse installatie over randcondities conform het communicatiemodel (bijlage 2, tabel 8).

#### Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als bovenstaande stappen aantoonbaar zijn doorlopen en schriftelijk zijn vastgelegd. Waarbij in de vastlegging naar voren komt:

- Welke partij, welke informatie, langs welke route heeft aangeleverd;
- Het uiteindelijke document door zowel de ontwerpende partij van de bovengrondse als de ontwerpende partij van de ondergrondse installatie is ondertekend.

Eis: overleg de gewenste levensduur en de toelaatbare lengte van specifieke stringen met de opdrachtgever en leg de gewenste levensduur en de vervangbaarheid van bepaalde componenten vast.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien.

- De functionele levensduur en de levensduur van mechanische componenten kan worden aangegeven.
- In het ontwerp de gewenste /verwachte levensduur van de totale installatie, het benodigde periodieke onderhoud, en de beoogde interval van (preventieve) vervanging is aangegeven.
- in het ontwerp is aangegeven hoeveel tijd het kost om een specifiek hoofd onderdeel te vervangen (bv. bronpomp) of te onderhouden.



## 9.2 Capaciteit

Eis: ontwerp gesloten bronnen die gedurende de gehele levensduur de ontworpen thermische capaciteit leveren.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien aantoonbaar rekening is gehouden met:

- Het boorgat dient te worden aangevuld met een schoon vulmateriaal met een voldoende hoge warmtegeleiding en een voldoende afdichtende werking ter plaatse van scheidende bodemlagen.

## 9.3 Hydraulisch circuit

### 9.3.1 Ontwerp eisen

*Toelichting*

*Het hydraulisch circuit van een gesloten systeem is een integraal onderdeel van de bovengrondse installatie. Het optimaal functioneren hangt sterk af van de afstemming van de bedrijfswijze van de bovengrondse installatie (zie ISSO Publicatie 39, 'Energiecentrale met warmte- en koudeopslag') op de bedrijfswijze van de ondergrondse installatie (warmtelevering, koudelevering, laden, ontladen, onderhoud). Bij het ontwerp van het hydraulisch circuit dient ten aanzien van de dimensionering, totale lengte en viscositeit van het circulatiemedium, rekening te worden gehouden met de capaciteit van de circulatiepomp in het systeem (als onderlegger van het ontwerp kan gebruik gemaakt worden van ISSO Publicatie 73, 'Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars').*

Eis: het ontwerp van het hydraulisch circuit sluit integraal aan op de bedrijfswijze van de bovengrondse installatie.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Getoetst is of het ontwerp van het bovengrondse deel is opgesteld door een voor BRL 6000-21 gecertificeerd bedrijf en of het communicatiemodel correct is ingevuld.

Eis: ontwerp een lekdicht systeem met juiste materialen en appendages met toelaatbare drukklassen en acceptabele hydraulische verliezen.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als:

- De diepte van de horizontale leidingen minimaal 0,5 meter bedraagt en op minimaal 0,2 meter boven elke leiding een markeringslint is aangebracht.
- De diameters van de leidingen en hiermee de grootte van de totale leidingweerstand van het gesloten systeem (bestaande uit de gesloten bronnen, het horizontaal leidingwerk en de verdamer van de warmtepomp/TSA) zo zijn gekozen dat het elektrisch pompvermogen van de circulatiepomp te allen tijde kleiner of gelijk is aan 4% (bij voorkeur 2%) van het maximum thermisch piekvermogen van de verdamer van de warmtepomp.
- Het drukverlies over elke bron vanuit het ontwerp gelijk of inregelbaar is.
- Met de drukverliesberekening rekening gehouden is met het medium (water of water-/antivriesmiddel).



- De hoeveelheid antivriesmiddel gebaseerd is op een temperatuur van minimaal 5°C onder de laagste uittredende verdampertemperatuur.
- Het antivriesmiddel monopropyleen of ethyleenglycol wordt toegepast.
- Is nagegaan of in het ontwerp van het bovengrondse deel minimaal een expansievat, filter, vulopening en ontluchting van voldoende capaciteit voor het betreffende systeem is opgenomen.
- Is nagegaan of in het ontwerp van het bovengrondse deel een drukindicatie en drukregistratie is opgenomen.

### 9.3.2 Materiaal eisen

#### *Toelichting*

*De levensduur en vervangbaarheid van afzonderlijke componenten en de bedrijfswijze van de installatie zijn bepalend voor het aantal storingen, de lengte van storingen en het aantal onderhoudsacties. Een juiste afstemming op de wens van de opdrachtgever zorgt vooraf voor een bepaald verwacht kwaliteitsniveau. Hiermee kunnen tijdens ontwerp specifieke keuzes gemaakt worden.*

Eis: De hoofdcomponenten te weten: leidingdelen, pomp, expansievat, (vlinder)kleppen, dienen ontworpen te zijn op een minimale levensduur van 10 jaar.

Constructieve delen minimaal 50 jaar.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De minimale ontwerp levensduur van 10 jaar (of 50 jaar) wordt aangegeven door de leverancier, onderbouwd in een certificaat met bijbehorende voorwaarden.
- De levensduur voor constructieve onderdelen ten minste 50 jaar is.
- Het uitsluitend gebruiken van lasverbindingen.
- Gebruik geprefabriceerde en (druk-)geteste warmtewisselaars,
- Alle leidingen voldoen aan een drukklasse van minimaal PN10.
- De warmtewisselaar elke meter is voorzien van een doorlopende diepte aanduiding (beginnend bij 0 m bij de voet van de warmtewisselaar).

Eis: maak een onderbouwde keuze voor de in het ontwerp toegepaste componenten en stem deze op elkaar af.

#### Toetsingskader

- Het materiaal van de horizontale leidingen, minimaal PE100, SDR 17 of gelijkwaardig is. Afwijkingen worden onderbouwd op basis een berekening van de maximaal optredende systeemdrukken en bovenbelasting.
- De drukklasse van alle toegepaste componenten is afgestemd op de maximaal toelaatbare systeemdruk.
- Toepassing bij heersende omgevingsfactoren (water, temperatuur, zout/zoet, eventuele vervuiling, corrosiebestendigheid);



## 9.4 Regeling

### *Toelichting*

*Een bodemenergiesysteem is een geautomatiseerde installatie. De regeling kan geïntegreerd zijn in de regeling van de gebouwinstallatie of kan een separaat onderstation (soms onderdeel van de warmtepomp) zijn dat op basis van enkele signalen aangestuurd kan worden. Het aansturen van het bodemenergie systeem is het directe gevolg van de bedrijfswijze van de bovengrondse installatie gebouwbeheersysteem (GBS) (zie ISSO Publicatie 39, 'Energiecentrale met warmte- en koudeopslag'). De communicatie tussen het GBS en de regeling van het bodemenergiesysteem is cruciaal voor het juist functioneren van de totale installatie en de energieprestaties. Om het regeltechnisch functioneren van het bodemenergiesysteem en de communicatie tussen het grondwatersysteem en het GBS vast te leggen in het ontwerp dient een regeltechnische omschrijving (RTO) te worden opgesteld. Hierin worden alle bedrijfssituaties beschreven en op basis van het hydraulisch schema functies en regeltechnische coderingen toegekend aan alle onderdelen. Onderdeel van de regeling en dus het RTO is de opslag van trends en gegevens (indien geëist in de geldende Wet- en regelgeving) en ten behoeve van het monitoren van het functioneren en de energieprestaties.*

### *Toelichting*

*Het gesloten systeem heeft geen eigen regeling. Het aansturen van de circulatiepomp en eventueel andere actieve componenten vindt plaats in de regeling van de gebouwinstallatie.*

Eis: zorg voor de mogelijkheid voor het aansturen van de circulatiepomp vanuit de regeling van de gebouwinstallatie of de warmtepomp.

Aan de eis wordt voldaan indien:

- Afstemming heeft plaatsgevonden met de ontwerpende partij van de gebouwinstallatie, waarbij is vastgesteld dat:
  - o De configuratie van het bodemenergiesysteem is opgenomen in het RTO van de gebouwinstallatie.
  - o Beveiligingen zijn opgenomen in het RTO van de gebouwinstallatie.
  - o Een defaultlijst is opgenomen in het RTO van de gebouwinstallatie met daarbij ten minste de verwachte instelwaarden van drukken, beveiligingen en regelingen, looptijden, (start)frequenties.



## 9.5 Onderhoud, beheer en monitoring

Tijdens de eerste twee jaar na oplevering dient de installatie minimaal halfjaarlijks te worden geïnspecteerd. In afwijking hiervan dient een installatie voor één individuele woning minimaal jaarlijks te worden geïnspecteerd. Deze periode dient te worden afgesloten met een evaluatie waarbij een nieuwe onderhoudsfrequentie wordt vastgesteld. Hiervoor dient de onderhoudsfirma een voorstel te doen aan de opdrachtgever

Eis: stel een onderhouds- en beheerplan op.  
Deze eis is niet van toepassing op een installatie voor één individuele woning.

### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien het beheerplan bestaan uit ten minste de volgende onderdelen:

#### Onderhoud

- geldende Wet- en regelgeving

- Metingen en registratie;
- Locatie en kwalificaties meetapparatuur;
- rapportages.
- preventief:
  - Inspecties;
  - Regulier onderhoud;
  - Advies beheerder.
- correctief:
  - Herstel werkzaamheden;
  - Aanpassingen in defaultwaarden;
  - Versiebeheer van software.
- oorzaak analyse.
- de actuele revisiebescheiden (Indien deze niet beschikbaar zijn of onvolledig zal een nieuw pakket samengesteld moeten worden).

Beheer met aandacht voor:

- energiebalans;
- voorraad beheer;
- bodembevriezing;
- afwijkende temperatuurniveaus;
- lekkages/navullen/monopropyleengehaltes;
- controle debieten en verdeling debieten over de verschillende lussen;
- project evaluatie.

## 9.6 Overdracht van informatie

Eis: stel een rapportage op waaruit blijkt hoe het systeem moet worden gerealiseerd.

Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien een rapportage aan de opdrachtgever wordt overhandigd met minimaal de volgende informatie:

- Het vermogen voor verwarming (verdampervermogen warmtepomp) en koelvermogen, inclusief eventuele duur van de pieklast.
- De jaarlijkse warmte- en koudevraag.
- De minimale gemiddelde temperatuur van het medium na 25 jaar.
- De maximum gemiddelde temperatuur.
- Keuze, soort en concentratie antivriesmiddel.
- Het debiet, drukverlies (ontwerp en eventueel deellast) en het elektrisch vermogen van de circulatiepomp.
- Het principeschema van het totale gesloten bodemsysteem.
- Tekening met locaties gesloten bronnen en horizontaal leidingwerk.
- Het uit te voeren werkplan.





## 10 Realisatie gesloten bodemenergiesysteem

De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 3b.

### 10.1 Voorbereiding realisatie

#### Toelichting

*De voorbereiding op de realisatie moet dienen als het controlemoment waarop wordt nagegaan of hetgeen dat is vastgelegd in het ontwerp en de detailengineering ook daadwerkelijk realiseerbaar is op de projectlocatie op het moment van uitvoering. De fysieke inpasbaarheid en uitvoerbaarheid van componenten en onderdelen op de locatie wordt gecontroleerd.*

*Uitvoeringstechnische randvoorwaarden worden vastgesteld en georganiseerd. Dit houdt in dat zaken als werkruimte, het gebruik van water en stroom, de aanwezigheid van opslagruimte, lozingspunten e.d. worden afgestemd en vastgelegd. Het uitzetten van de bronlocaties is georganiseerd en zaken als het aanbrengen van sporingen en/of doorvoeringen zijn afgestemd. Bepaald wordt of en welke maatregelen getroffen moeten worden om schade aan eigendom van derden te voorkomen.*

*Ook wordt gecontroleerd of alle benodigde vergunningen en/of toestemmingen voorhanden zijn en welke verplichtingen hieruit voortkomen voor de daadwerkelijke realisatie kan plaatsvinden of worden afgerond.*

Eis: verneem aantoonbaar kennis van de inhoud van het ontwerp en de hierbij gehanteerde filosofie.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- Een werkplan wordt opgesteld dat de voorgenomen wijze van uitvoering (volgorde en planning) weergeeft en waaruit blijkt dat de inhoud en filosofie van het ontwerp is doorgrond en is gecontroleerd op volledigheid.
- Is vastgelegd dat werkzaamheden zijn afgestemd met andere bouwwerkzaamheden en de werktijden zijn bepaald.
- De afstemming rondom het beschikbaar hebben van werkwater, bouwstroom, werkruimte, opslag, het lozen van water en het opslaan en afvoeren van grond is vastgelegd.



Eis: controleer de uitvoerbaarheid van ontwerpplannen en de detailengineering op de werkelijke actuele omstandigheden op de locatie.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan als ten minste de volgende zaken zijn getoetst aan het ontwerp en de detailengineering en eventuele afwijkingen zijn vastgelegd.

- bronlocaties
- maaiveldniveau
- grondwaterstand
- de uitvoerbaarheid van het leidingtracé
- oppervlak van de technische ruimte

Wettelijke eis: voldoe aan alle wettelijke eisen met betrekking tot de zorg- en vergunningplicht ten aanzien van het bodemenergiesysteem.

Toetsingskader (bovenwettelijke uitwerking van deze eis)

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Een overzicht wordt opgesteld van de te doorlopen vergunningprocedures en/of

- voorschriften en hieruit voorkomende meldingen.
- In een/de planning is vastgelegd wanneer procedures, voorschriften en meldingen exact worden doorlopen en/of uitgevoerd en wie hiervoor verantwoordelijk is.
- De in het overzicht benoemde verantwoordelijke per procedure, voorschrift of melding de daadwerkelijke uitvoering heeft teruggekoppeld en verwerkt in het overzicht.
- (wettelijke eis) Voor systemen groter dan 70 kW of voor systemen in interferentiegebieden vergunning voor de uit te voeren activiteiten is verkregen of de uit te voeren activiteiten zijn gemeld in het kader van de Waterwet en de daaraan gekoppelde provinciale of gemeentelijke verordeningen.

Eis: maak een planning en verifieer of deze wordt opgenomen in de totaalplanning van alle bouwactiviteiten.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Een planning is opgenomen in het werkplan waarin de werkzaamheden zijn afgestemd met de andere bouwwerkzaamheden op de locatie.
- De planning is voorzien van een versie beheer.

#### Toelichting

*Voor de realisatie zal het ontwerp en de detailengineering vertaald moeten worden naar werktekeningen. Het detailniveau van de werktekening zal zodanig moeten zijn dat bij de fabricatie en montage van de onderdelen geen verschil in interpretatie mogelijk is.*

Eis: vertaal het ontwerp/ de detailengineering naar werktekeningen.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien de werktekeningen minimaal de volgende onderdelen bevatten:

- diverse functionele aanzichten
- alle specificaties van componenten en toegepaste materialen,
- coderingen,
- maatvoering,
- hoogteligging,
- tracétekeningen leidingen



## 10.2 Realisatie

#### Toelichting

*De uitvoering van het bodemenergiesysteem moet geschieden met behoud van de ontwerpfilosofie en het uiteindelijke resultaat moet voldoen aan de hierin geformuleerde uitgangspunten en kwaliteitseisen. Dat dit resultaat is bereikt is achteraf herleidbaar doordat het uitvoeringsproces goed is gedocumenteerd, de inhoud van revisiebescheiden en onderhoud- en bedieningsvoorschriften goed overeenkomt met het werkelijk gebouwde en dat de herkenbaarheid van installatieonderdelen is geborgd met eenduidige benaming en markering. Onverwachte omstandigheden of afwijkingen in de bodemopbouw kunnen er toe leiden dat tijdens de realisatie onderbouwde afwijkingen moeten worden geaccepteerd om onderdelen te kunnen realiseren. De omvang van deze afwijkingen en het gevolg hiervan op de uitgangspunten en kwaliteitseisen moet steeds teruggekoppeld worden. Dit om nog tijdig te kunnen bijsturen.*

### 10.2.1 Documentatie

Eis: signaleer en documenteer (noodzakelijke) afwijkingen en koppel de effecten hiervan terug naar de andere betrokken partijen belast met het realiseren van (onderdelen van) het bodemenergiesysteem en de bovengrondse installatie en de opdrachtgever om noodzakelijke correcties aan/in andere onderdelen van het systeem tijdig te kunnen doorvoeren.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- een uitvoeringslogboek wordt bijgehouden waarin alle afwijkingen van het ontwerp worden vermeld;
- het werkplan vooraf de diverse systeemonderdelen benoemt;
- het werkplan een te volgen procedure omschrijft welke doorlopen wordt als een afwijking wordt geconstateerd;
- de opdrachtnemer de ernst van de afwijking en de eventueel benodigde compenserende maatregelen schriftelijk, binnen twee werkdagen, aan de andere betrokken partijen kenbaar maakt.

Eis: stuur en controleer tijdens de uitvoering op het behalen van de gestelde eisen en uitgangspunten uit het ontwerp

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan indien:

- bij afronding van elk onderdeel (zoals vastgelegd in het werkplan) de resultaten worden getoetst;
- bepaald wordt of het resultaat afwijkt en welke mate van afwijking dan aanwezig is.

### 10.2.2 Inbouwen en aanvullen

#### Toelichting

*Bij gesloten bronnen is het van belang dat de warmteoverdracht tussen het medium in de warmtewisselaar en de bodem rondom de warmtewisselaar optimaal plaats vindt. Hierdoor dient de thermische weerstand tussen de warmtewisselaar en de bodem rondom het boorgat zo klein mogelijk te worden gehouden. Dit vindt plaats door opvulmateriaal in het boorgat te gebruiken met een voldoende hoge geleidingscoëfficiënt, in overeenstemming met de berekening en door te waarborgen dat de benen van de U lus een onderlinge afstand tot elkaar hebben, zoals aangehouden in de berekening. Het aanvullen van het boorgat dient adequaat te worden uitgevoerd. Indien niet correct aangebracht kunnen delen van het boorgat niet zijn aangevuld, waardoor de warmtegeleiding slechter is. Om geen kortsluiting tussen verschillende watervoerende lagen te krijgen, dient het boorgat ter hoogte van afdichtende bodemlagen adequaat met een zwellende klei of ander afdichtend materiaal te worden afdichtend. Ten einde kwalitatief hoogwaardige gesloten bronnen te verkrijgen die langdurig meegaan, dienen de gesloten bronnen te voldoen aan minimale kwaliteitseisen.*

Eis: zorg voor een correcte inbouw van de wisselaar in het boorgat.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De wisselaar wordt tot aan de in het ontwerp aangegeven einddiepte in het boorgat aangebracht. De diepte is op de wisselaar afleesbaar (doorlopende diepte aanduiding beginnend bij 0 bij de voet van de wisselaar).



- De wisselaar dient voor het inbouwen geheel te worden gevuld met schoon leidingwater, afgeperst en voorzien te zijn van voldoende gewicht om een succesvolle inbouw mogelijk te maken.
- Indien in het ontwerp is uitgegaan van een bepaalde onderlinge afstand tussen de buizen van de wisselaar in het boorgat, dienen voorzieningen aangebracht te worden om deze afstand te borgen. Voldoende centreren van de bodemlus in het boorgat. (indien in de berekening ervan is uitgegaan dat de lussen tegen elkaar zitten, is centreren alleen vereist ter plaatse van scheidende bodemlagen).
- Voordat de wisselaar wordt ingebouwd, dient deze (fabrieksmatig) afgeperst te zijn op een druk, overeenkomstig de werkdruk van het buismateriaal. Waarbij dit wordt aangetoond met behulp van een certificaat of afpersrapport.
- Als aan een of meer van de bovenstaande onderdelen van het toetsingskader niet kan worden voldaan treedt het bedrijf in overleg met de ontwerper. Vervolgens zet hij de realisatie voort volgens het uit dat overleg resulterende ontwerp.

Eis: bepaal voor het aanvullen de specifieke volumes van de verschillende lagen aanvulmateriaal.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Het aanvulmateriaal gedoseerd met behulp van een stortkoker of door middel van pompen door een slang in het boorgat wordt gebracht en/of de valhoogte bij het aanvullen niet meer is dan 10 % van de totale brondiepte.
- Tijdens het aanvullen moet geborgd worden, hetzij door voldoende gewicht, hetzij door verankering dat de wisselaar niet omhoog komt.
- Op basis van de monsterneming worden de specifieke volumes van de verschillende aanvulmaterialen bepaald en vastgelegd.
- Vooraf op basis van het volume wordt bepaald hoeveel verpakkingseenheden dit vertegenwoordigd.
- Bij aanvang van het aanvullen de berekende aantallen worden gecontroleerd met de op locatie aanwezige aantallen aan verpakkingseenheden.
- Bij het op einddiepte boren van een boring die op een eerder moment in het proces (deels) is ingestort of dichtgevallen wordt, op basis van de lengte waarover het gat is ingestort, berekend en vastgelegd hoeveel extra aanvulmateriaal minimaal benodigd is. Dit uitgaande van een volledige opvulling met ingevallen grond van het ingestorte deel van het boorgat.
- De diepte wordt bepaald tussen elke overgang in aanvulmateriaal.
- De diepte wordt bepaald na het aanvullen met een hoeveelheid materiaal dat de aanvulling van 5 meter boorgat vertegenwoordigd indien hierbinnen geen overgang in materiaalsoort aanwezig is.



Eis: bepaal, indien er niet voor gekozen wordt om het gehele boorgat af te vullen met afdichtend materiaal, periodiek de diepte van bovenkant aanvulmateriaal tijdens het aanvullen.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Indien het boorgat met grout wordt aangevuld, dient:
  - 1) Het grout te worden voorgemengd conform de voorschriften van de leverancier. Het toevoegen van meer water dan het voorschrift aangeeft is niet toelaatbaar.
  - 2) De vulleiding dient tijdens het grouten continue op of onder het aanvulniveau te blijven.
  - 3) Het grouten dient te worden voortgezet totdat tenminste de theoretische inhoud van het boorgat is verpompt en grout met een samenstelling gelijk aan het verpompte grout aan de bovenzijde uit het boorgat stroomt.

Eis: voorkom dat de wisselaar na afronding van de boor- en inbrengwerkzaamheden wordt beschadigd.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De wisselaar is gevuld met schoon leidingwater, nogmaals afgeperst en aan de bovenzijde waterdicht en drukvast afgedopt.
- Als de wisselaar zichtbaar in het terrein aanwezig blijft, schade aan de wisselaar voorkomen door deze te beschermen met een constructie rondom of over de wisselaars.
- De locatie van de wisselaars nauwkeurig vastleggen en de documenten aantoonbaar overdragen aan de verantwoordelijke voor het (bouw)terrein

### 10.2.3 Hydraulisch circuit

#### *Toelichting*

*Bij de realisatie van het hydraulisch circuit van open en gesloten bronnen moet een robuust, betrouwbaar en energiezuinig bodemenergiesysteem worden geborgd. Hierbij is het van belang dat gewerkt wordt conform het ontwerp.*

Eis: voorkom vervuiling van het hydraulisch circuit tijdens aanleg en montage.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Terreinleiding tijdens verwerken worden voorzien van eindkappen.
- De montage vindt plaats volgens voorschriften van de fabrikant.
- Na aanleg van het hydraulisch circuit, of afgebakende losse delen daarvan, moet al het leidingwerk en moeten alle appendages inwendig gespoeld en gereinigd worden van (bouw)vuil.



Eis: voorkom luchtballen door het plaatsen van ontluchtingspunten op ten minste de hoogste punten.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- De installatie op logische plekken ontluicht kan worden.
- Hoogte verschillen in het veld voorkómen.

Eis: condensvorming in inpannige ruimten en thermische verliezen moeten voorkomen worden.

Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien:

- Alle inpannige leidingen, voor zover het ontwerp dit vereist, zijn geïsoleerd met dampdichte isolatie.

### 10.3 Inbedrijfstelling en testen

*Toelichting*

*De (deel) oplevering van een gebouwsysteem zal zelden samenvallen met de oplevering van het bodemenergiesysteem. Hierdoor kan de interactie tussen de gebouwinstallatie en een bodemenergiesysteem op het moment van in bedrijf stellen niet getest worden. Om die reden zullen alle bedrijfswijze van het bodemenergiesysteem middels simulatie voor het in bedrijf stellen getest moeten zijn op hydraulisch functioneren, beveiligingen en registraties. Regelmatig zijn er problemen met de communicatie tussen de regeling van het bodemenergiesysteem en het GBS (gebouwbeheersysteem) van de bovengrondse installatie. Ook de vereiste dataregistratie t.b.v. de vergunningen en de monitoring van het functioneren van een bodemenergiesysteem zijn vaak niet volledig functioneel. In deze paragraaf zijn eisen gesteld aan de voorwaarden van inbedrijfstelling en de functionele inbedrijfstelling.*

Eis: Zorg voor het gestructureerd testen en beproeven van het bodemenergiesysteem aan de hand van een test- en beproevingsprotocol en voorkom vervuiling en schade aan het bodemenergiesysteem bij inbedrijfstelling.

Toetsingskader gesloten systemen

Aan deze eis wordt voldaan indien een test- en beproevingsprotocol is opgesteld met ten minste de volgende onderdelen:

- o reinigen installatieonderdelen;
- o visuele inspectie;
- o testen van alle componenten op juiste montage, aansluiting en op functioneren;
- o ontluichten en vervolgens spoelen van alle leidingen met ten minste viermaal de natte inhoud van het systeem;
- o het beproeven van de sterkte en gas- en waterdichtheid van de installatieonderdelen volgens de daaraan in ISSO publicatie 73, 'Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars', specificatieblad 4.4-1, gestelde eisen;
- o het vullen van het bodemenergiesysteem met het in het ontwerp voorgeschreven voorgemengde koelvloeistof;
- o inregelen debietverdeling naar de lussen (verticale bodemwarmtewisselaar, VBWW). Dit moet resulteren in een debietverdeling naar de lussen dient met een onderling debietverschil van minder dan 5%;
- o beproeven van het totale bodemenergiesysteem inclusief beveiligingen en registratie.



Aanvullende eis voor een installatie voor één individuele woning: doe nader geohydrologisch onderzoek als de resultaten van de beproeving van het systeem daartoe aanleiding geven. Vervaardig dan een gesloten bron en voer een thermal response test uit om geconstateerde risico's in beeld te brengen en om van belang zijnde ontwerpparameters te verkrijgen.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan als het bedrijf:

- door de vervaardigde gesloten bron en de uitgevoerde thermal response test de werkelijke praktijkgegevens, waaronder in elk geval bodemopbouw, temperatuur, grondwaterstand en warmtegeleiding, op de locatie heeft verkregen;
- is nagegaan of de aldus verkregen gegevens aanleiding geven om het ontwerp aan te passen en, indien dit het geval is, het ontwerp heeft aangepast.

## 10.4 Onderhoud en beheer

#### Toelichting

*De eerste seizoenen na de oplevering van een bodemenergiesysteem zijn bepalend voor het uiteindelijke functioneren. Hiervoor is het van belang dat de partijen die betrokken zijn bij de aanleg van de installatie ook betrokken zijn bij de opstartperiode. Het actualiseren van het onderhoud en beheerplan en de overdracht hiervan aan de beheerder en de onderhoudspartij zijn cruciaal voor de uiteindelijke prestaties en de levensduur van de installatie.*

Eis: verwerk wijzigingen in het onderhoud en beheerplan ten opzichte van het detail ontwerp (zie hoofdstuk 6).

Eis: leg de mijlpalen voor het onderhoud en beheer vast in het onderhoud en beheerplan.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien de volgende onderdelen zijn vastgelegd.

- onderhoudsfrequentie
- datum project evaluatie (2 jaar na oplevering).

## 10.5 Revisiepakket

#### Toelichting

*Een bodemenergiesysteem zal doorgaans voor meerdere decennia worden aangelegd. Vaak zal het eigendom en het beheer van de installatie in deze periode wisselen. Hierdoor kan waardevolle informatie verloren gaan waardoor de bedrijfsvoering en de instandhouding aan de installatie bemoeilijkt worden. Om die rede is een goede documentatie van de revisiegegevens bijzonder belangrijk.*

Eis: bij oplevering van de totaal installatie dienen alle ontwerp- en realisatiegegevens te worden geactualiseerd en gebundeld in een revisiepakket (revisiebescheiden). Deze dient bij oplevering te worden overgedragen aan de opdrachtgever.

#### Toetsingskader

Aan deze eis wordt voldaan indien in de revisiebescheiden minimaal zijn opgenomen:



- Juridisch
  - vergunningen of melding, overzicht van alle bij het systeem behorende/verkregen vergunningen of melding en de op basis hiervan gevoerde communicatie. Tevens wordt een overzicht gegeven van de vanuit deze vergunningen of melding in de toekomst te vervullen verplichtingen;
  - garantieverklaring;
  - bij een installatie op gemeentegrond: een uitleg of verwijzing naar acties of verplichtingen voortkomend uit de WION (Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netten) die de eigenaar van het systeem moet (laten) verzorgen.
  
- Civiel Technisch
  - inbouw- en aanvulstaat van alle boringen;
  - locatie tekening met bronnen (xy-coördinaten en afwerkhoogte tov NAP), kabels, leidingen (WION), eventuele terreinafsluiters, ontluchters en kabelmoffen;
  - op de locatietekening zijn alle bronnen gecodeerd en verbonden aan een overzichtslijst met specificaties per bron (lengte, type etc.).
  
- Werktuigbouwkundig
  - revisietekening van de terreinleidingen;
  - keurings- en ijkrapporten bemetering;
  - afpersrapportage of rapportage druktesten;
  - technische documentatie van componenten.
  
- Beheer
  - Onderhoud en beheerplan (bedieningsvoorschriften en onderhoudsbescheiden);
  - Logboek waarin wijzigingen en reparaties worden weergegeven.





## 11 Beheer en onderhoud gesloten bodemenergiesystemen

**De eisen uit dit hoofdstuk zijn alleen van toepassing op scope 4b.**

### 11.1 Beheer

#### *Toelichting*

*Het beheer en onderhoud van een bodemenergiesysteem zijn cruciaal om een installatie langdurig binnen de ontwerpspecificaties te kunnen laten functioneren.*

*Een aantal faalfactoren hierin zijn:*

- *Voorraad beheer*
- *Bronverstopping*
- *Bodembevriezing*
- *Lekkages*
- *Overschrijding van maximale waterverplaatsing*
- *Afwijkende temperatuurniveaus*
- *Aanpassingen in defaultwaarden*
- *Oude software versies*
- *Het niet onderhouden van de bronnen*

*Het beheer en het onderhoud worden doorgaans door verschillende partijen uitgevoerd. De eindverantwoordelijkheid voor het (energetisch/technisch) functioneren en het voldoen aan de vergunningsvoorschriften ligt bij de beheerder (vergunninghouder). Deze zal ook de onderhoudspartij moeten aansturen op basis van het onderhouds en beheerplan. De onderhoudspartij zal doormiddel van periodieke inspecties en metingen afwijkingen en gebreken moeten constateren en vooraf bepaalde preventief onderhoud moeten uitvoeren (bijvoorbeeld reinigen van filters en vervangen of reviseren van versleten onderdelen). De onderhoudspartij zal de beheerder moeten informeren over de staat van de installatie.*

Eis: doorloop gezamenlijk met de beheerder de onderstaande stappen:

1. Leg in overleg met de beheerder de mijlpalen voor het onderhoud vast in een beheer- en onderhoudsplan. Zorg daarbij voor storingsopvolging;
2. Leg de verantwoordelijkheden vast met betrekking tot het beheer en onderhoud;
3. Overleg met de beheerder over de wijze waarop afwijkingen ten opzichte van de vergunningen en de ontwerpuitgangspunten worden gecommuniceerd;
4. Overleg met de beheerder over hoe storingen worden gecommuniceerd.

Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als bovenstaande stappen aantoonbaar zijn doorlopen en schriftelijk zijn vastgelegd, waarbij in de vastlegging naar voren komt:

- Welke partij, welke informatie, langs welke route heeft aangeleverd;
- Het uiteindelijke document door zowel de beheerder als de beherende partij van de ondergrondse installatie is ondertekend.

#### *Toelichting*

*Onder regulier beheer wordt de dagelijkse bedrijfsvoering verstaan. Het bodemenergiesysteem zal doorgaans als integraal onderdeel van de gebouwinstallatie functioneren. De signalering van storingen en onderhoudsmeldingen horen tot het regulier beheer evenals het de opvolging hierop (dit kan het inschakelen van een onderhoudspartij zijn). Ook de monitoring van de gegevens registratie en de rapportage hiervan naar de provincie zijn onderdeel van het regulier beheer. De verantwoordelijkheid van de energieprestatie van het bodemenergiesysteem vallen onder het beheer.*



## 11.2 Onderhoud

### *Toelichting*

*Onder preventief onderhoud worden periodieke werkzaamheden en inspecties verstaan die als doel hebben afwijkingen of gebreken in een vroeg stadium te signaleren en door preventieve acties te voorkomen dat de verwachte levensduur niet gehaald wordt.*

### *Definitie van onderhoud*

*De tijdens de levensduur van het bodemenergiesysteem ononderbroken uit te voeren reeks van inspecties, onderhoudsbeurten en herstelwerkzaamheden die nodig zijn om de oorspronkelijke functie van de installatie en de technische prestaties van zijn onderdelen te handhaven.*

### 11.2.1 Preventief onderhoud

#### *Toelichting*

*Een onderhoudspartij heeft specialiste kennis van bodemenergiesystemen. Het is daarom belangrijk dat een onderhoudspartij de beheerder ondersteund bij het beheer van de installatie. Constateringen met betrekking tot het technisch en energetisch functioneren dienen te worden overlegd met de beheerder.*

Eis: onderhoud het bodemenergiesysteem op zodanige wijze dat de beoogde levensduur behaald kan worden en dat de capaciteit en het vermogen gegarandeerd blijft.

#### Toetsingskader

Aan de eis wordt voldaan als het onderhoud- en beheerplan wordt uitgevoerd en de volgende onderdelen zijn vastgelegd en/of bijgewerkt:

- de inspectierapportages zijn te herleiden tot het onderhoud- en beheerplan;
- het logboek is bijgewerkt;
- de vereiste periodieke actie uit de vergunning is onderdeel van het periodieke onderhoud;
- de periodieke inspecties bevatten minimaal de volgende onderdelen:
  - o controle van appendages op functie;
  - o bemeten van drukken en debieten van elke afzonderlijke lus;
  - o controle van de samenstelling van de koelvloeistof door met een hygrometer de dichtheid te bepalen van een representatief monster;
  - o communiceren van constatering en afwijkingen met de beheerder;
  - o visuele opname van de staat van alle zichtbare materialen tijdens een onderhoudsinspectie, waarbij eventuele gebreken of indicaties op gebreken worden gerapporteerd;
  - o controle van de hoofdcomponenten en alle appendages op functionaliteit;
  - o advies aan de beheerder van de installatie;
  - o protocol voor storingsopvolging.



### 11.2.2 Correctief onderhoud

#### *Toelichting*

*Met correctief onderhoud wordt het oplossen van storingen of het verhelpen van gebreken bedoeld. Storingen met een bodemenergiesysteem zijn zeer ongewenst, dit kan leiden tot comfort klachten en het niet na kunnen komen van leverings en vergunningsverplichtingen. Na het oplossen van een storing dient altijd een oorzaak analyse te worden uitgevoerd om symptoombestrijding te voorkomen. Door de oorzaak van een storing te onderzoeken kan vaak grotere onomkeerbare schade worden voorkomen (zoals bronverstopping of opbarsting).*

Eis: vervanging, revisie of herstel van componenten moet in revisiebescheiden worden bijgehouden en onderdeel zijn van de projectevaluatie.

Aan deze eis wordt voldaan indien:

De revisiegegevens zijn bijgewerkt en overeenkomen met de installatie.

Eis: Voer een oorzaakanalyse uit bij het falen van een component.

Toetsingskader:

Aan deze eis wordt voldaan als de volgende onderdelen zijn opgenomen in de oorzaakanalyse:

- materialen die vervangen, gereviseerd of hersteld zijn staan verwerkt in het logboek
- De onderhoudswerkzaamheden en het resultaat daarvan staan beschreven (specifiek debiet voor en na regenereren)
- Verwachte levensduur aan de werkelijke levensduur is getoetst

Verklaring aan de beheerder voor het falen van het component, de gekozen oplossing en het verwachte resultaat.



## Bijlage 1 Communicatiemodel open bodemenergiesystemen

Deze bijlage is alleen van toepassing op open bodemenergiesystemen

### Basisgegevens

Tabel 1 Basisgegevens bij selectie systeemconcepten (communicatie naar ontwerper bovengrondse installatie)

Nr.	Basisgegevens communicatiemodel	Opties
1	Is de bodem geschikt voor toepassing van bodemenergie?	- Ja, getoetst conform de eisen uit dit protocol: 1. Wet- en regelgeving (par. 4.2 en 4.5) 2. Dikte en opbouw van de bodemlaag 3. Grondwaterkwaliteit (par. 5.2) 4. Voorkoming opbarsten en wateroverlast aan maaiveld (par. 5.2) 5. Grondwaterstanden en stroming (par. 5.2) 6. Effecten op andere belangen (par. 4.2, 4.5 en 4.6). - of Nee
2	Natuurlijke bodemtemperatuur	... °C
3	Is de bodem geschikt voor een	monobron / doublet / recirculatie / meerdere bronnen
4	Ondergronds ruimtebeslag (indicatie)	- m <sup>2</sup> footprint
5	Kostenindicatie ondergrondse installatie in relatie tot geschikte bodemlaag	- ... Euro
6	Aantal bronnen (indien van toepassing)	- ...



Tabel 2 Basisgegevens voor ontwerp van een stationaire situatie: energiestromen en temperaturen (met voorbeeldgetallen; niet algemeen geldig) (communicatie iteratief tussen ontwerper en ontwerper bovengrondse installaties)

		Koude Ontladen	Koude Laden
<b>Debiëten*</b>			
Brondebiet	m <sup>3</sup> /h	107	45
<b>Temperaturen*</b>			
gemiddelde onttrekkingstemperatuur	°C	9,8 ± 1	14,8 ± 1,5
gemiddelde injectietemperatuur	°C	15,5 ± 1,5	7,5 ± 1
<b>Energiestromen</b>			
Energiestroom koude	MWh	576,4	462,5
Totaal	MWh	576,4	576,4
Bandbreedte <sup>1</sup> energiestromen	%	+/- 30%	+/- 30%
<b>Grondwaterverplaatsing (indicatie)</b>			
grondwaterverplaatsing	m <sup>3</sup> /jaar	86.428	68.546
Bandbreedte grondwaterverplaatsing	%	+/- 30%	+/- 30%
*: uurlijkse data benodigd ja/nee; aan te geven door ontwerper van de ondergrondse installatie. Zo ja, wat is dan de relatie met de bandbreedte in de energievraag en waterhoeveelheden?			



<sup>1</sup> staat nog ter discussie

Tabel 3 Verantwoordelijkheden ontwerper gebouwinstallatie en ontwerper ondergrondse (bodemenergie)

Nr.	Onderwerp	Ontwerper bovengrondse deel gebouwinstallatie	Ontwerper ondergrondse deel energiecentrale
1	Selectie bronnensysteem		X
2	Selectie TSA's	Nader te bepalen in gezamenlijk overleg	Nader te bepalen in gezamenlijk overleg
3	Vaststellen noodzaak van uurlijkse vraagspecificatie aan ondergrondse energieopslag		X
4	Kwaliteit vraagspecificatie aan ondergrondse energieopslag	X	X: ontrekkingstemperaturen
5	Kwaliteit basisgegevens bronnensysteem		X
6	Beschrijving automatische werking en regeltechnische omschrijving.	Nader te bepalen in gezamenlijk overleg	Nader te bepalen in gezamenlijk overleg



Tabel 4 Gegevens voor dimensionering TSA

<b>TSA</b>			
		Gebouwszijdig	Grondwaterzijdig
Transportmedium	-	<i>Water</i>	<i>Water</i>
Ontwerpdebiet	m <sup>3</sup> /h	66	66
Intredetemperatuur	°C	18,6	9,0
Uittredetemperatuur	°C	11,0	16,6
Drukval bij ontwerpdebiet	KPa	35	35
Absolute drukniveau	kPa		
Rekenen met vervuilingfactor	m <sup>2</sup> K/W	2,0 x 10 <sup>-5</sup>	
Materiaal		RVS316	
Scheiding	<i>Enkel of dubbel</i>	<i>enkel</i>	
<b>TSA, deellast</b>			
Drukval bij minimaal en maximaal debiet	kPa		
In- en uittredetemperaturen bij minimaal en maximaal debiet	°C		
<b>Bronpompen</b>			
Minimale terugregelbaarheid	% van <i>maximale debiet</i>		



Tabel 5 Basisgegevens voor functioneel ontwerp (beschrijving automatische werking en regeltechnische omschrijving)

Nr.	Basisgegevens communicatiemodel	Opties
1	Methode waarmee de functionele werking is beschreven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISSO Publicatie 69, 'Model voor de beschrijving van de werking van een klimaatinstallatie: op basis van bedrijfsstandenmatrixen + processchema's met regelverbanden</li> <li>• of ISSO Publicatie 69, aangevuld met objectgeoriënteerde aanpak</li> </ul>
2	Lijst met instellingen en setpoints van de ondergrondse installatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volledig</li> <li>• of alleen voor zover relevant voor het ontwerp van de energiecentrale: enkel de signalen die over de scheidslijn uitgewisseld worden.</li> </ul>
3	Gegevens functiematrix	<ul style="list-style-type: none"> <li>• volledig</li> <li>• of alleen voor zover relevant voor het ontwerp van de energiecentrale</li> </ul>
4	Wordt er gebruik gemaakt van één geïntegreerde automatiseringsinstallatie?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• of nee</li> </ul>





## Randcondities

Tabel 6 Randcondities bij basisgegevens

Nr.	Randconditie	Opties
1	Is er sprake van een omkeervoorziening in het ondergrondse deel?	<ul style="list-style-type: none"><li>• ja</li><li>• of nee</li><li>• of te overleggen</li></ul>
2a	Overige punten afstemming met toetsingskader ISSO 73, 'Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars' <ul style="list-style-type: none"><li>• Er zijn voldoende sturingmogelijkheden voor het bereiken van de thermische balans</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ja, zie motivatie bij selectie definitieve systeemconcept</li></ul>
2b	<ul style="list-style-type: none"><li>• De maximaal te leveren capaciteit is herleidbaar gerelateerd aan het energieconcept</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zie uitkomst van procedure 'dimensionering' paragraaf 9.1 ISSO-publicatie 39, 'Energiecentrale met warmte- en koudeopslag. Ontwerp, realisatie en beheer'</li></ul>



## Toelichting

### **Verantwoordelijkheden**

#### **Toelichting bij communicatiemodel**

##### **Basisgegevens voor definitieve selectie systeemconcept**

*In het kader van de vaststelling van het definitieve systeemconcept is het van belang om te weten of de bodem zich leent voor bodemenergie en welk type bron er mogelijk is. De natuurlijke bodemtemperatuur is van belang in het kader van een recirculatievariant en als de aanvoertemperatuur van het gkw-circuit afhankelijk is van de brontemperatuur. Kostenindicaties zijn nodig voor de economische afweging.*

##### **Basisgegevens voor het ontwerp ondergrondse installatie: energiestromen en temperaturen**

*Op basis van deze gegevens moet de ontwerper van het bodemenergiesysteem in staat zijn effectberekeningen uit te voeren voor de ondergrond. Er wordt in deze gewerkt met 2 niveaus.*

- Niveau 1
  - tabel met jaarlijkse energiestromen en waterhoeveelheden en sets van injectie- en onttrekkingstemperaturen zoals in tabel 2.
- Niveau 2
  - Idem aangevuld met uurlijkse gegevens van de temperaturen en debieten in de TSA (grondwaterzijdig). Dit kan gepresenteerd worden in de vorm van een jaarbelastingduurkromme.
  - Hierbij dient gespecificeerd te worden welke energie- en waterhoeveelheden hierbij van toepassing zijn (onderste / bovenste / gemiddelde waarde bandbreedte energievraag en waterhoeveelheden)

*Niveau 1 wordt voldoende geacht, niveau 2 is goed.*

##### **Toelichting bij gebruik van bandbreedtes en $\pm$ bij de temperaturen**

- Zoals aangegeven bij de afstemming met het gebouw met het bijbehorende communicatiemodel (ISSO-publicatie) heeft de energievraag van het gebouw een zekere bandbreedte. De ontwerper van de gebouwinstallatie bepaalt deze bandbreedte op basis van klimaatinvloeden en het gebouwgebruik.
- De ontwerper van de bovengrondse installatie hanteert bij het dimensioneren van de opwekkingscomponenten toeslagen en reductiefactoren om de regeneratievoorzieningen te dimensioneren.
- Bij opstart van de het bodemenergiesysteem zullen de onttrekkings- en injectietemperaturen niet gelijk zijn aan het gemiddelde. Dit leidt in de eerste paar jaar tot andere energie- en waterhoeveelheden. Tevens is de temperatuur van de warme bron een onzekere factor.
- De bandbreedte in de energie- en waterstromen is een combinatie van al deze onzekerheidsmarges. Stapeling van al deze factoren leidt tot overdimensionering. De ontwerper van de bovengrondse installatie dient hierbij een keuze in te maken. Het inzichtelijk maken van de stapeling van bandbreedtes kan hierbij helpen.

##### **Retourtemperaturen uit de bronnen**

*De ontwerper van het bodemenergiesysteem maakt op basis van de gegevens uit Tabel 2 een berekening van de thermische en hydrologische effecten in de ondergrond. In de rapportage hiervan worden de berekende retourtemperaturen /onttrekkingstemperaturen uit de bronnen beschreven (gemiddeld en aan het einde van het seizoen)*

##### **Gegevens voor dimensionering**

*Bij de dimensionering en ontwerp van de hydraulische schakeling is het wederzijds van belang de gegevens over de TSA uit te wisselen. De ontwerper van het bodemenergiesysteem heeft deze gegevens ook nodig voor het ontwerp van het ondergrondse hydraulisch circuit. Voor het analyseren van deellastsituaties is het van belang het minimale debiet van de bronpompen vast te leggen.*



### **Automatische werking en regeltechnische omschrijving**

Het is belangrijk dat er duidelijke afspraken worden gemaakt over de methode voor de beschrijving van de automatische werking (regeltechniek).

Dit protocol vraagt hieromtrent het volgende:

*Eis: Leg het ontwerp van de regeling vast in een regeltechnische omschrijving (RTO).*

*Aan de eis wordt voldaan indien:*

- *Het principeschema is opgenomen in het RTO met specifieke coderingen voor alle regeltechnische apparatuur;*
- *Per bedrijfswijze een schakelvolgorde of regelprocedures is uitgewerkt (in tabel vorm);*
- *Beveiligingen met bijbehorende opvolging is uitgewerkt;*
- *Een defaultlijst is opgenomen voor inbedrijfstelling met ten minste: De verwachte instelwaarden van beveiligingen en regelingen, looptijden, (start)frequenties;*
- *Prototype van de beeldplaatjes zijn opgenomen waarin de visualisatie van de regeling is weergegeven;*

*Hieraan kan invulling worden gegeven met de procedure conform paragraaf 10.1 van de ISSO-publicatie. Met de object georiënteerde regelomschrijving is het ondergrondse deel hier uit te destilleren. Voor basisconcept 1 bijvoorbeeld door de beschrijving van de objecten:*

- *'Storing energieopslag ontladen'*
- *'Bronpompen'*
- *'Drukhandhaving'*
- *'Grondwaterstand'*
- *'Injectiekleppen'*
- *'Spuien'*

*Met de bijbehorende lijst met setpoints en instellingen (zie paragraaf 10.4 van de ISSO-publicatie).*

*Voor de uitwerking en realisatie is het van belang te overleggen of er sprake is van één automatiseringsinstallatie.*

### **Randcondities**

*Voor het ontwerp van de hydraulische schakeling is het van belang te overleggen over de omkeervoorziening (voorziening die er voor zorgt dat er over de TSA altijd tegenstroom is). Verder zijn bij de randcondities een aantal zaken opgenomen die genoemd worden in dit-protocol en die als doel hebben aan te tonen dat er nuttig / terecht gebruik van ondergrond plaats vindt:*

- *Sturingsmogelijkheden voor de ondergrondse balans*
- *De capaciteit van de ondergrond wordt nuttig gebruikt (herleidbaar aan het energieconcept).*

*Hieraan wordt invulling gegeven door middel van de onderbouwing in de voorselectie en definitieve selectie van het systeemconcept (procedures paragraaf 5.1, 6.1 en 7.1).*



## Bijlage 2 Communicatiemodel gesloten bodemenergiesystemen

Deze bijlage is alleen van toepassing op gesloten bodemenergiesystemen

### Basisgegevens

Tabel 7 Basisgegevens bij selectie systeemconcepten (communicatie naar ontwerper bovengrondse installatie)

Nr.	Basisgegevens communicatiemodel	Opties
1	Bereikbaarheid locatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• voldoende</li> <li>• of onvoldoende</li> </ul>
	Functie bodemwarmtesysteem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwarmen</li> <li>• of verwarmen en koelen</li> <li>• en warmtapwater</li> </ul>
3	Is de bodem geschikt voor toepassen bodemwarmtesysteem?	<p>- Ja, getoetst conform de eisen uit dit protocol:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wet- en regelgeving (par. 8.2 en 8.5)</li> <li>2. Lekdicht systeem (par. 9.3.1)</li> <li>3. Duurzaam systeem (par. 9.3.2)</li> <li>4. Effecten op andere belangen (par. 8.1 en 8.6).</li> </ol> <p>- of nee</p>
4	Is een ontheffing nodig voor boor/-drukwerkzaamheden (Provincie?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• of nee</li> </ul>
5	Is een Keurontheffing nodig (Hoogheem-/waterschap)?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• of nee</li> </ul>
6	Is een vergunning nodig voor aanleggen leidingen in gemeente-/rijksgrond?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• of nee</li> </ul>
7	Kabels/leidingen in de bodem?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• of nee</li> </ul>
8	Beschikbaar grondoppervlak	.... m <sup>2</sup>
9	Benodigd grondoppervlak	....m <sup>2</sup>



*Tabel 8 Basisgegevens installatie*  
 aan te leveren door ontwerper bovengrondse installatie

Nr.	Basisgegevens	Eenheid
<b>Ontwerpgegevens Verwarmen</b>		
1	Verdampervermogen	W
2	Temperatuur verdamper in	° C
3	Temperatuur verdamper uit	° C
4	Prognose jaarlijkse warmteverbruik	kWh
5	Aantal equivalente vollasturen (warmte en/of koude)	$h_{acc}$
6	Drukverlies verdamper bij ontwerp volumestroom	Pa
7	Maximale opvoerhoogte verdamper- / bronpomp	Pa
8	Minimale/maximale volumestroom verdamper- / bronpomp	l/s
<b>Ontwerpgegevens Koelen</b>		
Indien er passief wordt gekoeld in de zomer, dan moeten de boven vermelde punten 2 t/m 6 worden ingevuld voor de warmtewisselaar passieve koeling.		
<b>Uitvoeringsgegevens</b>		
1	Aansluitdiameters van de warmtepomp voor het bronsysteem	
2	Opstellocatie warmtepomp in de woning ten behoeve van bronleidinglengte en weerstand	



## Bijlage 3 Nader geohydrologisch onderzoek

### Deze bijlage is informatief

Het is mogelijk dat tijdens het uitzoeken van de geohydrologie geconcludeerd moet worden dat niet voldoende inzicht is verkregen. In deze situatie is het dan ook niet mogelijk om vast te stellen of energieopslag bodemtechnisch haalbaar is. Om de onduidelijkheden in bodemopbouw, grondwaterkwaliteit et cetera weg te nemen kan een aanvullend bodem- en grondwateronderzoek noodzakelijk zijn, het zogenaamde geohydrologisch onderzoek.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van aanvullende geohydrologische onderzoeken die vaak worden toegepast.

Tabel Overzicht aanvullende geohydrologische onderzoeken

Aanvullend onderzoek	Bodem of grondwater	Doel	Methode
Proefboring	Bodem	Bepaling bodemopbouw	Puls- of zuigboring, sonic-drilling (met gestoken monsters), in uitzonderlijke gevallen hamerboren
Zeefkrommes	Bodem	Bepaling korrelgroottes van het te gebruiken w.v.p.	Zeven van grondmonsters (van de fijnste lagen)
Boorgatmeting	Bodem en grondwater	Bodemopbouw: ligging kleilagen	Kleilagen: gammameting en weerstandsmeting
Putproef	Bodem	zoet/zoutgrensvlak Bepaling doorlatendheid / doorlaatvermogen van het w.v.p.	weerstandsmeting Onttrekking grondwater uit put met filter in het beoogde w.v.p. met een bepaald debiet gedurende een bepaalde tijd. Aan de hand van de gemeten verlaging van de stijghoogte, het debiet en de tijd kan de doorlatendheid worden bepaald.
Sonderingen	Bodem	Bepaling ondiepe bodemopbouw (max. circa 30 m-mv)	Wegdrukken van een sonde in de bodem. Aan de hand van de conusweerstand, de kleef en het wrijvingsgetal kunnen klei- zand- en veenlagen worden onderscheiden.
Stijghoogte	Grondwater	Bepalen stijghoogte van de diverse watervoerende pakketten (bijv. spaningswater)	Niveau meting in peilbuizen. Bij (verwacht) spaningswater uitvoeren boring hierop aanpassen.
Bodemtemperatuurmeting	Grondwater	Bepaling grondwatertemperatuur op verschillende dieptes.	Temperatuurmeting wordt in het veld uitgevoerd in het diepste peilfilter, vanaf maaiveld bijvoorbeeld elke 5 m.
Grondwateranalyse	Grondwater	Bepaling grondwaterkwaliteit op ionenbalans, chloridegehalte, gasgehalte, redoxgrens en eventuele grondwaterverontreinigingen	Monsterneming grondwater uit verschillende peilfilters in de proefboring of bestaande peilfilters. Deze grondwatermonsters worden in een daarvoor geaccrediteerd laboratorium geanalyseerd op de gewenste parameters. Eventueel in-situ meten met sondeertechniek (redoxparameters)



<b>Aanvullend onderzoek</b>	<b>Bodem of grondwater</b>	<b>Doel</b>	<b>Methode</b>
Minifilters	Bodem en grondwater	Bepaling grondwaterkwaliteit tot max. 30 m-mv: grondwaterverontreinigingen, redoxgrens, chloridegehalte	Kleine filters worden in de grond weggedrukt met behulp van een sondeerwagen. Verkregen grondwatermonsters worden in een daarvoor geaccrediteerd laboratorium geanalyseerd op de gewenste parameters. Deze techniek heeft een relatief hoge storingsgevoeligheid.

Bij deze tabel worden nog enkele opmerkingen geplaatst:

1. Een proefboring is in eerste instantie een methode om de bodemopbouw op de onderzoekslocatie te bepalen. Na het boren kan in het boorgat, ter verificatie, een boorgatmeting worden uitgevoerd. Bij de pulsboormethode (verbuisde boring) is geen boorgatmeting mogelijk;
2. Na het boren van de proefboring dient het boorgat conform de aangetroffen bodemopbouw te worden aangevuld (BRL 2100);
3. Een proefboring kan tevens gebruikt worden voor analyse van de grondwaterkwaliteit. Hiervoor dienen op verschillende dieptes filters van circa 1 m lengte te worden geplaatst. De keuze van het aantal te plaatsen filters en de filterdieptes hangt af van de gewenste informatie over de grondwaterkwaliteit;
4. Om betrouwbare informatie over de grondwaterkwaliteit te verkrijgen, dienen de grondwatermonsters op zijn vroegst vier weken na de aanleg van de proefboring te worden genomen. Het grondwater in de proefboring is direct na de proefboring een mengwater van grondwater van verschillende dieptes en van het gebruikte werkwater. Na vier weken is dit water veelal voldoende afgestroomd. Rond peilfilters in slecht doorlatende lagen of als de regionale stroming gering is, kan vier weken zelfs nog onvoldoende zijn;
5. Hoge methaangehaltes worden vooral aangetroffen in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket onder een deklaag die veen bevat (westen en noorden van Nederland). Hoge stikstofgehaltes worden vooral aangetroffen in het oosten en zuiden van Nederland waar de intensieve veehouderij voor een hoge nitraatbelasting zorgt;
6. Om de diepte van een redoxgrens of het zoet/brakgrensvlak goed te kunnen bepalen, is het van belang om onder en boven de verwachte diepte meerdere filters te plaatsen.



## Bijlage 4 Norm voor infiltratie- en onttrekkingsbronnen

**Deze bijlage is alleen van toepassing op open bodemenergiesystemen**

### 1. Algemeen

De stroomsnelheid op de boorgatwand is maatgevend voor de boordiameter en de filterlengte van de bron. Voor infiltratie- en onttrekkingsbronnen zijn verschillende ontwerpcriteria beschikbaar. Over het algemeen is het onttrekken van water in de bodem gemakkelijker dan infiltratie, omdat infiltratie doorgaans maatgevend is bij de bepaling van de benodigde boordiameter en de filterlengte.

Norm voor infiltratiebronnen:

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

$v_{inf}$  = ontwerp stroomsnelheid op de boorgatwand (m/h)

$k$  = doorlatendheid van het watervoerend pakket (m/d)

$u_{eq}$  = aantal equivalente vollasturen (h/j)

$v_{verstoping}$  = specifieke verstoppingssnelheid (m/j) *standaardwaarde 0,1 m/j*

MFI = gemeten MFI (s/l<sup>2</sup>) *standaardwaarde 2 s/l<sup>2</sup>*

De MFI (Membraan Filter Index) is een maat voor de hoeveelheid zwevende deeltjes in grondwater (< 0,45 µm) en kan eventueel worden gemeten met een MFI-apparaat. Voor energieopslagsystemen kan uitgegaan worden van MFI = 2.

Norm voor onttrekkingsbronnen:

$$v_{ont} = \frac{k}{12}$$

$v_{ont}$  = ontwerp stroomsnelheid op de boorgatwand (m/h)

#### Voorbeeld bepaling boordiameter en filterlengte van de bron

Capaciteit van de bron (onttrekking/infiltratie):  $Q = 60 \text{ m}^3/\text{uur}$   
 Doorlatendheid watervoerend pakket:  $k = 20 \text{ m/d}$   
 Aantal equivalente vollasturen infiltratie:  $u_{eq} = 1000 \text{ uur/jaar}$

1. ontwerpnorm voor onttrekking:

max stroomsnelheid op de boorgatwand:  $v_{ont} = 20 / 12 = 1,7 \text{ m/h}$

minimum oppervlakte boorgatwand:  $O_{boorgat} = Q / v_{ont} = 60 / 1,7 = 35 \text{ m}^2$

2. ontwerpnorm voor infiltratie

max stroomsnelheid op de boorgatwand:  $v_{inf} = 1.000 \cdot (20 / 150)^{0,6} \sqrt{(0,1 / \{ 2 \cdot 2 \cdot 1000 \})}$

$v_{inf} = 1,5 \text{ m/h}$

minimum oppervlakte boorgatwand:  $O_{boorgat} = Q / v_{inf} = 60 / 1,5 = 40 \text{ m}^2$





De norm voor infiltratie blijkt maatgevend.

*Mogelijke combinaties van boordiameter en filterlengte voor een boorgatwand van 40 m<sup>2</sup>:*

Boorgatdiameter (mm)	400	500	600	700	800
Effectieve filterlengte (m)	32	25	21	18	16

## 2. Het voorkomen van bodemsplijting

In de regel kan worden gesteld dat als de injectiedruk (in mwk) niet meer bedraagt dan een vijfde van de diepte van de top van het filter, bodemsplijting niet zal optreden. Als vuistregel kan worden aangehouden dat:

Maximaal (toelaatbare) stijghoogteverandering = 0,2 \* diepte van de top van het filter.

Om te bepalen welke maximale stijghoogteveranderingen ter hoogte van het meest kritische punt onder maaiveld mogen optreden is het nodig de horizontale korrelspanning te kennen.

Dit meest kritische punt is de bovenzijde van de filteromstorting of de onderzijde van de scheidende laag.

De horizontale spanning kan met behulp van de wet van Coulomb worden bepaald uit de verticale korrelspanning. Deze laatste kan weer bepaald worden uit de grondspanning en waterspanning. Deze formules worden in Olsthoorn (KIWA-mededeling nr. 71 Verstopping van persputten) en andere literatuur over grondmechanica omschreven.

### *Injectiedruk*

Tijdens het infiltreren van water in de bodem zal de stijghoogte in het opslagpakket in en direct rond de bron worden verhoogd. De mate van verhoging is afhankelijk van het debiet waarmee geïnjecteerd wordt en van het doorlaatvermogen van het watervoerende pakket. Bij een groot doorlaatvermogen zal de verhoging minder groot zijn dan bij een klein doorlaatvermogen (uitgaande van hetzelfde debiet). Uitgaande van volkomen bronfilters (filters worden geplaatst over de gehele hoogte van het watervoerende pakket) kan de stijghoogteverandering voor een doublet aan de hand van de volgende formule worden berekend:

$$\Delta h = (24q_v / 2 * \pi * kH) * \ln (L / r_b)$$

- $\Delta h$  : stijghoogteverandering [m]  
 $q_v$  : debiet [m<sup>3</sup>/h]  
 $k$  : doorlatendheid van het watervoerende pakket [m/d]  
 $H$  : filterlengte [m]  
 $L$  : bronafstand [m]  
 $r_b$  : straal boorgat [m]

Tijdens het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de stijghoogteverhoging. Bij te grote verhoging kan de zg. opbarstdruk worden overschreden, waardoor splijting van de bodem rond de bronnen kan optreden. Bij een goed ontwerp wordt overschrijding van de opbarstdruk voorkomen.

## 3. Thermische straal

In het algemeen wordt gesteld dat voor energieopslag een bronafstand van 3 keer de



thermische straal dient te worden aangehouden. Hierbij wordt uitgegaan van het feit dat het systeem thermisch in balans is en dat thermische kortsluiting dient te worden voorkomen

De thermische straal wordt als volgt gedefinieerd:

$$R_{th} = \sqrt{((C_w * Q) / (C_a * H * \pi))}$$

$R_{th}$  : thermische straal van de opgeslagen koude of warmte [m]

$C_w$  : warmtecapaciteit van water [J/m<sup>3</sup>K]

$C_a$  : warmtecapaciteit van de aquifer [J/m<sup>3</sup>K] (=n $C_w$  + (1-n)  $C_r$ ; zie onderdeel 'warmtecapaciteit')

Q : de onttrokken of geïnjecteerde hoeveelheid water per seizoen [m<sup>3</sup>]

H: filterlengte [m]

De thermische straal kan gezien worden als de afstand in het watervoerende pakket tot waar de temperatuur beïnvloed wordt, gezien vanaf de infiltratiebron, als er geen verliezen naar de omgeving zijn.

'warmtecapaciteit'

De warmtecapaciteit is een maat voor de warmte die een medium kan opnemen. De bodem bestaat uit twee verschillende media: water en korrelskelet (zand of klei etcetera). Elk medium heeft een eigen warmtecapaciteit. Op basis van de warmtecapaciteiten per medium kan met behulp van de volgende formule de warmtecapaciteit van het totale watervoerende pakket (aquifer) worden bepaald.

$$C_a = nC_w + (1-n)C_r$$

$C_a$ : warmtecapaciteit aquifer [J/ m<sup>3</sup>K]

$C_w$ : WARMTECAPACITEIT WATER [J/ m<sup>3</sup>K]

$C_r$ : warmtecapaciteit korrelskelet [J/ m<sup>3</sup>K]

n : porositeit [-]

Voor een watervoerend pakket bestaande uit zand wordt in Nederland voor de porositeit over het algemeen een waarde van 0,35 aangehouden. In de tabel hieronder zijn voor een aantal verschillende media de warmtecapaciteiten weergegeven. Bij deze tabel wordt opgemerkt dat de opgegeven warmtecapaciteit gelden bij een temperatuur van 20 C° met uitzondering van water. De opgegeven warmtecapaciteit voor water geldt bij een temperatuur van 10 C°.

Tabel Warmtecapaciteit van het bodemmateriaal

Bodemateriaal	$C_r$ [MJ/ m <sup>3</sup> K]
Zand	2,2-2,9
Kleiig zand (80% zand en 20% klei)*	2,1-3,0
Zandige klei (80% klei en 20% zand)*	1,7-3,3
Klei	1,6-3,4
Klei met veenlagen (80% klei en 20% veen)*	1,4-3,5
Veen	0,5-3,8
Water	4,19

\* De verdeling van klei en zand of klei en veen zijn aannames



**Bedrijfssituatie WARMTELEVERING (W → K)**

Datum						
Tijd						
Situatie	rust	min.	tussen	tussen	max.	max.
Debiet [m <sup>3</sup> /h]	0					60 Hz

<b>BRON W1</b>	code					
<b>Drukken [kPa]</b>						
Pers-/injectieleiding						
Bronplaat						
<b>Waterstanden [m-kpb]</b>						
In pompkamer						
Peilbuis 1						
Peilbuis 2						

<b>BRON W2</b>	code					
<b>Drukken [kPa]</b>						
Pers-/injectieleiding						
Bronplaat						
<b>Waterstanden [m-kpb]</b>						
In pompkamer						
Peilbuis 1						
Peilbuis 2						

<b>BRON K1</b>	code					
<b>Drukken [kPa]</b>						
Pers-/injectieleiding						
Bronplaat						
<b>Waterstanden [m-kpb]</b>						
In pompkamer						
Peilbuis 1						
Peilbuis 2						

<b>BRON K2</b>	code					
<b>Drukken [kPa]</b>						
Pers-/injectieleiding						
Bronplaat						
<b>Waterstanden [m-kpb]</b>						
In pompkamer						
Peilbuis 1						
Peilbuis 2						

