

Protocol 11001

Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud ondergronds deel van bodemenergiesystemen

*Design, realisation, management and maintenance
of the underground section of geothermal energy systems*

Introduction in English (informative)

Purpose of the protocol

This protocol, together with BRL SIKB 11000 forms a certification scheme that applies to design, detailed engineering, realisation and management and maintenance of the underground section of geothermal energy systems.

This protocol applies to closed and open geothermal energy systems. The following definitions of terms are included in the Order in Council Geothermal Energy:

- *closed geothermal energy system: installation where the soil is used up to a depth of no more than 500 meters, to deliver heat or cold through a closed circuit of mains, including the aboveground part of the installation;*
- *open geothermal energy system: installation where the soil is used up to a depth of no more than 500 meters, to deliver heat or cold by withdrawing groundwater and returning it to the soil after use, including the aboveground part of the installation.*

This protocol applies to the underground section of geothermal energy systems. The separation heat exchanger or heat pump usually forms the separation of the aboveground and underground section and is usually considered as part of the aboveground section. Also, further generation of heat and cold and any regeneration system present to restore the thermal balance in the soil are considered part of the aboveground installation of geothermal energy systems. The aboveground section of geothermal energy systems falls within the scope of the certification scheme consisting of BRL 6000-00/21 of the Stichting InstallQ, the Dutch association for quality of installations in the Netherlands.

Content

This protocol contains the technical requirements to carry out the activities within the process Design, Realisation, Management and maintenance of the underground section of geothermal energy systems. The requirements that apply to the process, the quality system and the certification or accreditation are stated in BRL SIKB 11000.

Colofon

Status

Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer heeft op 2 november 2021 ingestemd met de inhoud van dit protocol. Vervolgens is het door het bestuur van SIKB vastgesteld. Versie 3.1 van dit protocol vervangt versie 3.0 en treedt in werking op 1 januari 2024. Versie 3.0 van dit protocol wordt ingetrokken op 1 april 2025, waarmee de overgangstermijn eindigt. Opgenomen beeldmateriaal is informatief en niet normatief.

Eigendomsrecht

Dit protocol is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB). Het CCvD Bodembeheer, ondergebracht bij SIKB, beheert dit protocol inhoudelijk. De actuele versie staat op de website van SIKB (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) ontlenen.

Vrijwaring

SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij 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.

© SIKB 2023

Overname van tekstdelen en beeld 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 kunt u zich aanmelden voor automatische toezending van mutaties. U kunt bij info@sikb ook verzoeken tot toezending per post van de reguliere nieuwsbrief van SIKB.

Helpdesk/gebruiksaanwijzing

Voor vragen over de inhoud en toepassing van dit protocol kunt u terecht bij uw certificatie-instelling of bij SIKB. Voor geschillen zie de klachten- en geschillenregeling via www.SIKB.nl.

Inhoudsopgave

1	Doel en reikwijdte van het protocol	5
1.1	Doel	5
1.2	Reikwijdte	5
2	Principe en definities	8
2.1	Principe	8
2.2	Definities	8
3	Plaats van het protocol in het kwaliteitssysteem	9
3.1	Plaats binnen het kwaliteitssysteem.....	9
3.2	Relatie met andere normatieve documenten	9
Deel A Open bodemenergiesystemen		10
4	Ontwerp open bodemenergiesystemen (scope 1a)	10
4.1	Start ontwerpproces	12
4.2	Vooronderzoek en toetsing haalbaarheid.....	12
4.3	Systeemconcept en uitgangspunten	14
4.4	Bronontwerp	15
4.5	Effectberekeningen.....	16
4.6	Vergunningaanvraag en afronding ontwerp	17
5	Detail-engineering open bodemenergiesystemen (scope 2a)	19
5.1	Start detail-engineering	21
5.2	Bronnen en putbehuizing (civieltechnisch).....	21
5.3	Hydraulisch circuit (werktuigbouwkundig)	23
5.4	Regeling en automatisering (regeltechniek).....	26
5.5	Beheer- en onderhoudsaspecten	27
5.6	Afronding detail-engineering.....	27
6	Realisatie open bodemenergiesystemen (scope 3a)	28
6.1	Vorbereiding realisatie	30
6.2	Uitvoering.....	32
6.3	In bedrijf stellen, inregelen en testen.....	39
6.4	Oplevering en start beheer en onderhoud.....	40
7	Beheer en onderhoud open bodemenergiesystemen (scope 4a)	42
7.1	Start beheer en onderhoud.....	44
7.2	Uitvoeren onderhoud	46
7.3	Evaluatie en advies	47
Deel B Gesloten bodemenergiesystemen		48
8	Ontwerp gesloten bodemenergiesystemen (scope 1b)	48
8.1	Start ontwerpproces	50
8.2	Vooronderzoek en toetsing haalbaarheid.....	50
8.3	Systeemconcept en uitgangspunten	52
8.4	Ontwerp bodemwarmtewisselaar(s).....	53
8.5	Toetsing op interferentie.....	54
8.6	Melding, vergunningaanvraag en afronding ontwerp	55
9	Detail-engineering gesloten bodemenergiesystemen (scope 2b)	57
9.1	Start detail-engineering	59
9.2	Bodemwarmtewisselaars, hydraulisch circuit en regeling	59
9.3	Afronding detail-engineering.....	62

10	Realisatie gesloten bodemenergiesysteem (scope 3b)	63
10.1	Vorbereiding realisatie.....	65
10.2	Uitvoering.....	67
10.3	In bedrijf stellen, inregelen en testen.....	69
10.4	Oplevering en start beheer en onderhoud.....	70
11	Beheer en onderhoud gesloten bodemenergiesystemen (scope 4b)	72
11.1	Start beheer en onderhoud.....	74
11.2	Uitvoeren onderhoud.....	76
11.3	Evaluatie en advies.....	77
	Bijlage 1 Communicatietabellen open bodemenergiesystemen	78
	Bijlage 2 Communicatietabellen gesloten bodemenergiesystemen	86
	Bijlage 3 Communicatietabellen voor open bodemenergiesystemen	95
	Bijlage 4 Controle op dichtheid van gesloten bodemenergiesystemen	99

1 Doel en reikwijdte van het protocol

1.1 Doel

Dit protocol is ontwikkeld om het doelmatig en zorgvuldig gebruik van de ondergrond door bodemenergiesystemen te bevorderen. Bij toepassing van bodemenergie wordt de ondergrond gebruikt 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 is. Het opvolgen van de eisen in dit protocol leidt tot bodemenergiesystemen die robuust en betrouwbaar zijn, daadwerkelijk energiebesparing opleveren en duurzaam gebruik maken van de ondergrond.

Meer uitgesplitst zijn de doelen van dit protocol:

- *Wat betreft robuuste en betrouwbare bodemenergiesystemen:*
 - borgen van de kwaliteit van systemen wat betreft 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 wettelijke eisen.
- *Wat betreft energiebesparing:*
 - *het gebruik van een bodemenergiesystemen draagt daadwerkelijk bij aan energiebesparing.*
- *Wat betreft duurzaam gebruik van de ondergrond:*
 - voorkómen van onnodige verstoring van de bodem;
 - voorkómen van de introductie van verontreinigingen door de aanleg en bedrijfsvoering van het systeem;
 - voorkómen van het verspreiden van bestaande verontreinigingen;
 - voorkómen van menging van grondwater van verschillende kwaliteit;
 - voorkómen van schade aan andere belanghebbenden;
 - effectief omgaan met de beschikbare ondergrondse ruimte.

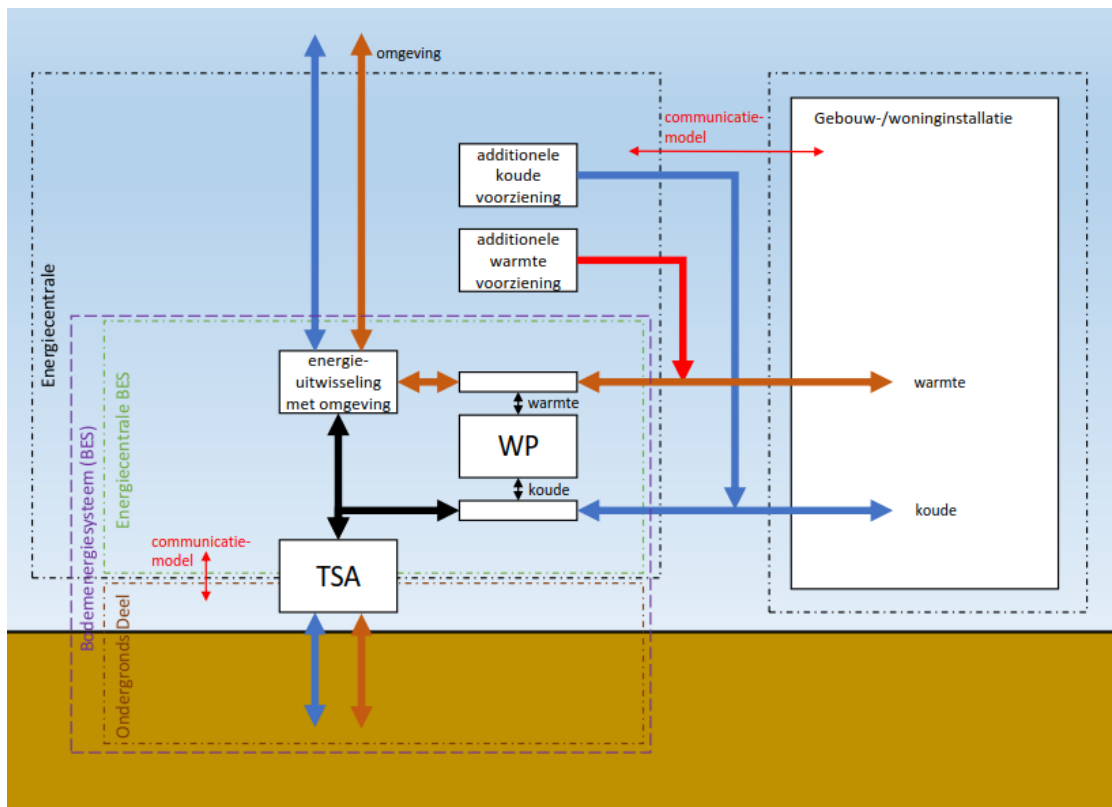
1.2 Reikwijdte

Dit protocol vormt samen met BRL SIKB 11000 een certificatieschema dat van toepassing is op ontwerp, detail-engineering, realisatie en beheer en onderhoud van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen. De (wettelijke) definitie van een bodemenergiesysteem is opgenomen in paragraaf 1.5 van BRL SIKB 11000.

Reikwijdte 'ondergronds deel'

Voor dit certificatieschema is de afbakening tussen het 'ondergronds deel' en het 'bovengronds deel' van een bodemenergiesysteem van belang. Deze afbakening (demarcatie) staat hier in breder kader beschreven, overeenkomstig de beschrijving in BRL 6000-21/00.

Binnen een installatie van een bodemenergiesysteem zijn een aantal demarcaties aanwezig. Deze zijn schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding. De optredende energiestromen zijn ter illustratie met pijlen weergegeven.



Toelichting op bovenstaande afbeelding:

- Een bodemenergiesysteem bestaat (conform de wettelijke bepalingen) uit een ondergronds deel (ook wel ondergronds circuit genoemd) en een bovengronds deel (ook wel energiecentrale BES genoemd).
- Het ondergrondse deel van de installatie heet in dit certificatieschema het 'Ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem', kortweg 'ondergronds deel'. Dit deel is in de afbeelding omkaderd.
- Het bovengrondse deel van het bodemenergiesysteem heet in de BRL 6000-21/00 consequent de 'energiecentrale van een bodemenergiesysteem', kortweg energiecentrale BES. In Protocol 11001 wordt hiervoor de term 'bovengronds deel' gebruikt. Deze is ook omkaderd in de afbeelding.
- Let op: de energiecentrale BES kan ook energie uitwisselen met de omgeving voor regeneratie van het ondergrondse deel. Bijvoorbeeld met zonnecollectoren, drycoolers, een energiedak of een installatie om warmte en/of koude te onttrekken aan oppervlaktewater. Deze voorzieningen behoren dan ook tot de energiecentrale BES.
- Additionele voorzieningen voor koude- en warmteopwekking, zoals piekketels of koelmachines, behoren (volgens de wettelijke bepalingen) niet tot het bodemenergiesysteem. De energiecentrale BES en de additionele voorzieningen vormen samen de energiecentrale van het gebouw of de woningen, die in BRL 6000-21/00 consequent 'energiecentrale' heet. Ook in Protocol 11001 wordt hiervoor de term 'energiecentrale' gebruikt.
- De gebouw-/woninginstallatie betreft de transport- en afgiftestystemen voor warmte en/of koude. Deze wordt onderscheiden van de energiecentrale en is daarom ook apart omkaderd.

De scheidingswarmtewisselaar (TSA) vormt doorgaans de scheiding van het bovengrondse en ondergrondse gedeelte. In dit certificatieschema wordt de wisselaar tot het bovengronds gedeelte gerekend, tenzij bij de uitvoering van in dit protocol beschreven stappen anders is overeengekomen.

Als er bij gesloten bodemenergiesystemen geen scheidingswarmtewisselaar (TSA) is, geeft de circulatie-vloeistof de scheiding aan tussen het ondergrondse deel en de energiecentrale BES. In dat geval behoren de leidingen die de circulatievloeistof van de bodemwarmtewisselaar bevatten bij het ondergrondse deel.

Wat betreft de automatiseringsinstallatie is het volgende van belang.

- De energiecentrale BES en het ondergrondse deel kunnen elk hun eigen automatiseringsinstallatie hebben. Het is ook mogelijk dat beiden in één automatiseringsinstallatie zijn geïntegreerd.
- Strikt genomen kunnen ook de energiecentrale BES en de rest van de energiecentrale aparte automatiseringsinstallaties hebben, al zijn die in de praktijk vaak geïntegreerd.
- De automatiseringsinstallatie van de gebouw-/woninginstallatie moet ervoor zorgen dat de energiecentrale een commando krijgt om warmte en/of koude te leveren.
- Hiërarchisch gezien stuurt de automatiseringsinstallatie van de energiecentrale de energiecentrale BES aan, en de energiecentrale BES stuurt het ondergrondse deel aan. In de praktijk zijn meerdere onderdelen vaak geïntegreerd in één automatiseringsinstallatie.

In de beheerfase valt de (wettelijk vereiste) monitoring en registratie van water- en energiestromen door de scheidingswarmtewisselaar (TSA) op de scheiding tussen bovengronds en ondergronds beheer. Zoals omschreven in dit protocol wordt aan het begin van de beheerfase een verdeling van werkzaamheden gemaakt voor registratie, monitoring, jaarrapportages en evaluatierapportages aan bevoegd gezag.

Reikwijdte van de eisen uit dit protocol

In BRL SIKB 11000 zijn de scopes binnen dit certificeringschema beschreven.

De hoofdstukken 1 t/m 3 van dit protocol zijn van toepassing op alle scopes.

Voor elke scope zijn daarnaast eisen van toepassing die beschreven staan in een van de volgende hoofdstukken van dit protocol:

1a.	Ontwerp van open systemen:	hoofdstuk 4
2a.	Detail-engineering van open systemen:	hoofdstuk 5
3a.	Realisatie van open systemen:	hoofdstuk 6
4a.	Beheer en onderhoud van open systemen:	hoofdstuk 7
1b.	Ontwerp van gesloten systemen:	hoofdstuk 8
2b.	Detail-engineering van gesloten systemen:	hoofdstuk 9
3b.	Realisatie van gesloten systemen:	hoofdstuk 10
4b.	Beheer en onderhoud van gesloten systemen:	hoofdstuk 11

Voor een gesloten bodemenergiesysteem van een individuele woning geldt dat het beheer en onderhoud van het ondergrondse deel óók mag worden uitgevoerd door een bedrijf dat is erkend op basis van BRL 6000-21/00 scope 3

Toelichting:

Het beheer en onderhoud van gesloten systemen bij individuele woningen is qua omvang dermate beperkt, dat het niet zinvol is om een aparte bovengrondse en ondergrondse beheerder aan te stellen. Onderhoud aan het ondergronds deel van gesloten systemen bij individuele woningen vindt in principe zelden plaats.

2 Principe en definities

2.1 Principe

Dit protocol legt eisen vast aan ontwerp, detail-engineering, realisatie en beheer & onderhoud van het ondergrondse deel van een energieopslagsysteem. De eisen zijn zoveel mogelijk als volgt opgebouwd:

Eis: Beschrijving van de eis op een algemeen generiek niveau.

Toetsingskader: Beschrijving van de manier(en) van uitvoering waarmee een erkend bedrijf voldoet aan de eis. Dit is in de praktijk het toetsingskader bij audits.

2.2 Definities

Voor de verschillende aspecten van ontwerp, detail-engineering, realisatie en beheer & onderhoud van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen zijn eigen definities opgenomen in BRL SIKB 11000.

3 Plaats van het protocol in het kwaliteitssysteem

3.1 Plaats binnen het kwaliteitssysteem

Relatie met BRL SIKB 11000

Dit protocol maakt deel uit van het certificatieschema 'Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud ondergronds deel van bodemenergiesystemen'. Behalve de uitvoeringseisen die in dit protocol beschreven staan, zijn bij de uitvoering van werkzaamheden aan bodemenergiesystemen ook van toepassing de algemene eisen aan de kwaliteitsborging door het bedrijf uit BRL SIKB 11000, 'Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud ondergrondse deel van bodemenergiesystemen'. De wijze van toetsing van werkzaamheden die onder dit protocol worden uitgevoerd, is vastgelegd in BRL SIKB 11000. Het bedrijf vult de plaats van dit protocol nader in in het kwaliteitssysteem.

3.2 Relatie met andere normatieve documenten

Samenhang met BRL SIKB 2100

De samenhang met eisen uit het certificatieschema onder BRL SIKB 2100 'Mechanisch boren' is beschreven in paragraaf 1.4.2 van BRL SIKB 11000.

Samenhang met BRL 6000-21/00 (InstallQ)

De samenhang met eisen uit het certificatieschema onder BRL 6000-21/00 van InstallQ is beschreven in paragraaf 1.4.3 en paragraaf 2.2 van BRL SIKB 11000. Paragraaf 1.4.3 van BRL SIKB 11000 beschrijft bovendien de samenhang met diverse ISSO-publicaties.

Samenhang met BUM en HUM

De samenhang met uitvoeringsmethoden voor de overheid (BUM en HUM) is beschreven in paragraaf 1.4.4 van BRL SIKB 11000.

NEN-richtlijnen

In dit protocol wordt verwezen naar de volgende richtlijnen:

- In scope 1a (ontwerp open systemen) wordt bij de uitvoering van grondmechanische effectberekeningen verwezen naar richtlijn NEN 6740 'Geotechniek - TGB 1990 - Basiseisen en belastingen'.
- In scope 2a (detail-engineering open systemen) wordt bij de uitwerking van de putbehuizing verwezen naar NEN 1010 'Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties' en naar NEN 3140 'Bedrijfsvoering van elektrische installaties - Laagspanning'.

Deel A Open bodemenergiesystemen

4 Ontwerp open bodemenergiesystemen (scope 1a)

Een goed ontwerp is de basis van een goed werkend bodemenergiesysteem. Dit hoofdstuk gaat over het (geohydrologisch) ontwerp van een open bodemenergiesysteem. In dit hoofdstuk staat welke stappen het bedrijf doorloopt, welke gegevens het verzamelt, welke afstemming nodig is en hoe het bedrijf het ontwerp vastlegt in een 'Ontwerpdocument'.

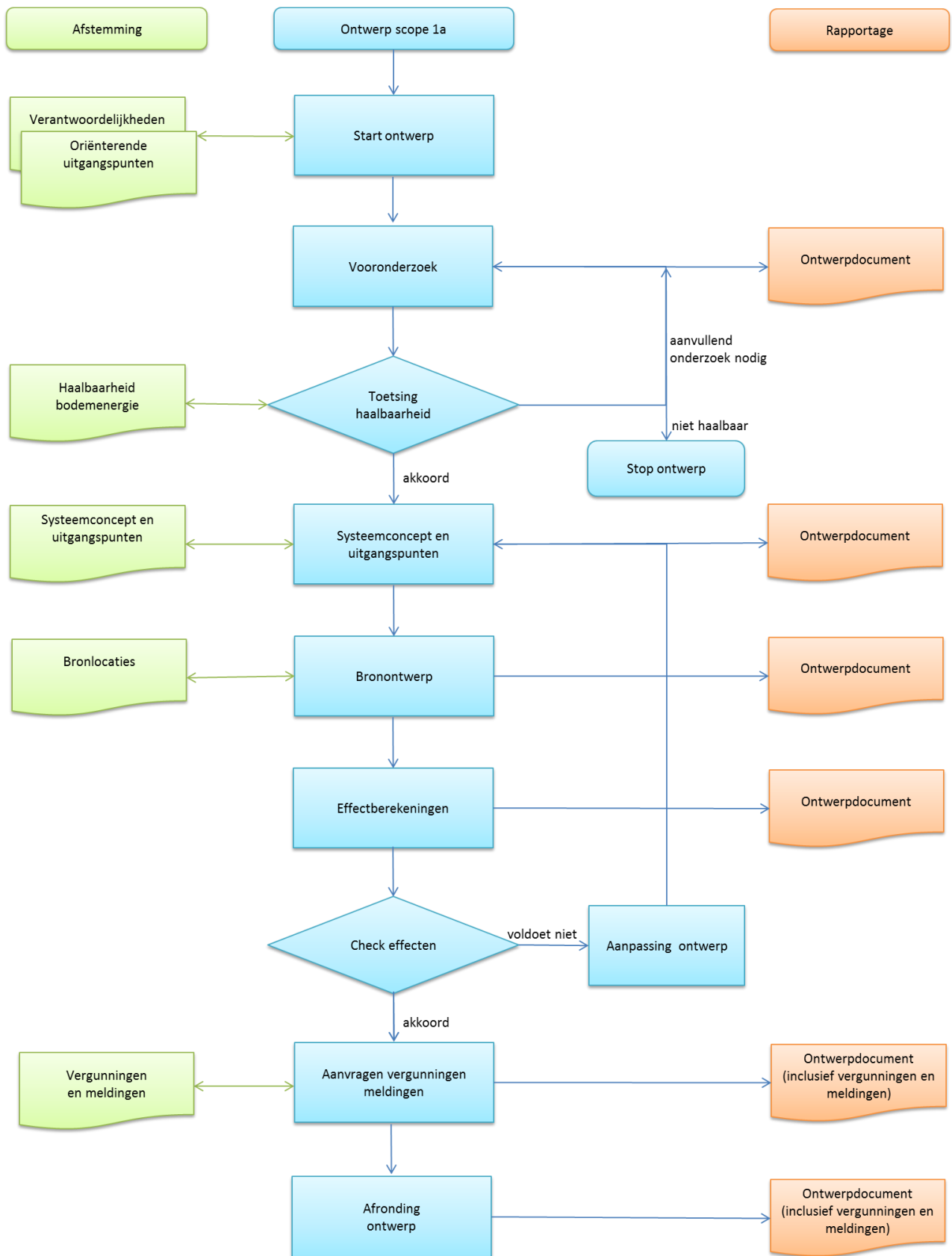
In de ontwerpfase checkt het bedrijf de haalbaarheid van het systeem en borg het dat aan alle wettelijke eisen wordt voldaan. Het ontwerp van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem sluit aan bij het bovengrondse deel van de installatie en houdt rekening met de lokale situatie, met de omgeving en met de geohydrologische omstandigheden.

Het bedrijf doorloopt het ontwerpproces samen met de ontwerper van het bovengrondse deel.

Dit protocol beschrijft de processtappen bij het ontwerp, zie het schema op de volgende bladzijde. De volgorde van processtappen kan in praktijk afwijken, als aan het einde van het ontwerpproces alle stappen maar wel zijn doorlopen. Soms is het nodig (een deel van) dit proces opnieuw te doorlopen, bijvoorbeeld als nader onderzoek nodig is, of als de uitgangspunten aangepast worden op basis van de effectberekeningen.

Resultaat van het ontwerp is het Ontwerpdocument. Dit kan één document zijn, maar het kan ook bestaan uit meerdere documenten, zoals de vergunningaanvraag of melding, aangevuld met overige vereiste onderdelen uit dit protocol.

De projectleider, zoals omschreven in BRL SIKB 11000, is verantwoordelijk voor het Ontwerpdocument. De projectleider noemen we in dit hoofdstuk 'ontwerper'.



4.1 Start ontwerpproces

Eis 1a.1

Leg aan het begin van het ontwerpproces samen met de ontwerper van het bovengrondse deel de verantwoordelijkheden en de oriënterende uitgangspunten vast.

Toetsingskader:

- De ontwerper kan aantonen dat de verantwoordelijkheden en de oriënterende uitgangspunten met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn afgestemd. De verantwoordelijkheden die ten minste worden afgestemd, staan in tabel 1a-T1 in bijlage 1.
- De oriënterende uitgangspunten die ten minste worden afgestemd staan in tabel 1a-T2 in bijlage 1. Bij het vooronderzoek wordt uitgegaan van deze oriënterende uitgangspunten.

4.2 Vooronderzoek en toetsing haalbaarheid

Eis 1a.2

Zorg voor inzicht in wettelijke eisen en beleid voor het bodemenergiesysteem.

Toetsingskader:

- In het Ontwerpdocument staat beschreven welk specifiek beleid geldt voor de locatie, en of voor de locatie specifieke eisen zijn gesteld door provincie, waterbeheerder of gemeente.
- In het Ontwerpdocument staat een overzicht van benodigde vergunningen en meldingen, inclusief proceduretermijnen en toewijzing van verantwoordelijkheden.
- Tijdens het ontwerpproces voert het bedrijf ten minste eenmaal vooroverleg met het bevoegd gezag (vastgelegd als telefoonnotitie, e-mail of in een besprekingsverslag). Het vooroverleg vindt plaats tijdens het vooronderzoek of later in het ontwerptraject.

Toelichting wettelijke eisen en beleid

De wettelijke eisen voor het ~~ontwerpen~~, aanleggen en gebruiken van een open bodemenergiesysteem staan in het Besluit activiteiten leefomgeving (par. 4.112, art. 4.1148 t/m 4.1157a).

Daarnaast geldt het algemeen wettelijk kader; voor open bodemenergiesystemen is onder andere van belang:

- Besluit bodemkwaliteit;
- (provinciale) omgevingsverordeningen, waterschapsverordeningen en omgevingsplannen van de gemeenten.

In specifieke gevallen zijn ook andere regels van de omgevingswetgeving van belang, bijvoorbeeld de regels over beperkingen gebied activiteiten met betrekking tot (spoor)wegen en waterstaatswerken, natura 2000-activiteiten of flora- en fauna-activiteiten. Deze wetgeving wordt bij het ontwerp betrokken, als op basis van de ligging van de locatie redelijkerwijs kan worden verwacht dat deze wetgeving van toepassing is.

Het beleid is vastgelegd in diverse beleidsplannen van provincie, gemeente en waterbeheerder. Specifiek beleid of specifieke eisen voor de locatie zijn onder andere:

- interferentiegebied/masterplan;
- beschermingsgebieden (drinkwaterbeschermingsgebieden, beschermingsgebieden op basis van de keur, zones langs rijkswegen of spoorwegen);
- provinciaal beleid ten aanzien van vergunningverlening bodemenergie;
- regelgeving met betrekking tot de energiebalans.

Eis 1a.3

Zorg voor inzicht in de lokale situatie, de omgeving en de geohydrologische situatie.

Toetsingskader:

- In het Ontwerpdocument staan alle relevante gegevens over de lokale situatie, de omgeving en de geohydrologische situatie.
- In het Ontwerpdocument zijn de mogelijkheden beschreven voor lozing van vrijkomend grondwater.

De volgende gegevens worden in het vooronderzoek verzameld:

Lokale situatie

- maaiveldhoogte
- eigendomssituatie
- terreintekening
- aanwezige bodemverontreiniging op de locatie

Omgeving

- onttrekkingen, open en gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving (straal 1 à 2 km) (*)
- (mobiele) bodemverontreiniging in de omgeving (straal 0,5 à 1 km) (*)
- zettingsgevoelige objecten
- grondwaterafhankelijke natuur
- nabijheid van waterkerende constructies

De genoemde reikwijdtes voor inventarisatie () gelden als richtlijn, de reikwijdte is afhankelijk van de situatie.*

Geohydrologische situatie

- bodemopbouw (karakterisering en schematisering van de ondergrond)
- freatische grondwaterstanden en stijghoogten in de watervoerende lagen
- grondwaterstroming en -richting in de watervoerende lagen
- oppervlaktewatersysteem (voor zover relevant)
- waterkwaliteit (zoet/zout, redox, gasgehalte)
- bodemtemperatuur (in relatie tot de diepte)

Lozingen

- lozingsmogelijkheden vrijkomend grondwater (zowel tijdens aanleg als beheer)

Informatiebronnen:

De gegevens kunnen o.a. worden opgevraagd bij:

- de opdrachtgever
- de gemeente of omgevingsdienst
- de provincie
- de waterbeheerder
- DINOloket.nl
- NHI (Nationaal Hydrologisch Instrumentarium)
- WKOtool.nl (**)
- Bodemloket.nl (**)

*De via internet verkregen gegevens (**) kunnen onvolledig zijn, en zijn daarom alleen bruikbaar voor een eerste scan van beschikbare informatie.*

Eis 1a.4

Beoordeel de ondergrondse haalbaarheid en benoem specifieke aandachtspunten en risico's.

Toetsingskader:

- In het Ontwerpdocument is de haalbaarheid van het bodemenergiesysteem beoordeeld wat betreft bodemgeschiktheid, omgevingsaspecten, wettelijke eisen en beleid. Ook staan de lozingsmogelijkheden beschreven.
- In het Ontwerpdocument staan de specifieke aandachtspunten en risico's beschreven. De aspecten die in ieder geval worden beschouwd, staan in tabel 1a-T3 in bijlage 1.
- Bij meerdere opties voor het bronontwerp worden voor elke optie de haalbaarheid, aandachtspunten en risico's uitgewerkt.
- De ontwerper beoordeelt of de beschikbare gegevens voldoende zijn om de aandachtspunten en risico's voldoende te beoordelen. Wanneer de ontwerper aanvullend onderzoek noodzakelijk acht, beschrijft de ontwerper de noodzaak en het doel van het aanvullend onderzoek.
- De ontwerper kan aantonen dat de haalbaarheid, inclusief de specifieke aandachtspunten en risico's en eventuele noodzaak voor aanvullend onderzoek, met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn gecommuniceerd (en indien van toepassing, aan de opdrachtgever).

4.3 Systeemconcept en uitgangspunten

Eis 1a.5

Leg het systeemconcept en de uitgangspunten vast samen met de ontwerper van het bovengrondse deel.

Toetsingskader:

- De projectleider beschikt over het programma van eisen, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 4.3). De eisen werken door in het ontwerp van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem.
- De ontwerper beschikt over de beschrijving van het systeemconcept, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel. De beschrijving van het bovengrondse systeemconcept bestaat uit de volgende onderdelen, overeenkomstig paragraaf 3.3.1 van BRL 6000-21/00:
 1. een opsomming van de hoofdcomponenten van de energiecentrale;
 2. een beschrijving van de functionaliteit van de hoofdcomponenten van de energiecentrale;
 3. een opgave van de verdeling van de vermogens van de energiecentrale
 - a. tijdens ontwerpcondities voor warmtelevering aan de gebouwinstallatie, en
 - b. tijdens ontwerpcondities voor koudelevering aan de gebouwinstallatie;
 4. een opgave van het aandeel energielevering van de hoofdcomponenten van de energiecentrale op jaarbasis;
 5. een concrete beschrijving van de eisen en randvoorwaarden voor de energiecentrale, waarbij mag worden verwezen naar (specifieke delen van) andere documenten;
 6. de waarde van de te verwachten SPF_{BES} .
- In het Ontwerpdocument staat het ondergrondse deel van het systeemconcept beschreven, waarbij ook het type bronnensysteem is vermeld. De ontwerper kan aantonen dat het systeemconcept van het ondergrondse deel integraal aansluit op het systeemconcept van het bovengrondse deel.
- In het Ontwerpdocument staan de uitgangspunten van het ontwerp opgenomen. De uitgangspunten die in ieder geval worden vastgesteld, staan in tabel 1a-T4 in bijlage 1.
- De ontwerper kan aantonen dat rekening is gehouden met:
 - de aandachtspunten en risico's vanuit het vooronderzoek;
 - wettelijke eisen aan energiebalans en temperaturen;
 - randvoorwaarden voor de energiecentrale, zoals afkaptemperaturen en minimale capaciteit;
 - variatie in jaarlijkse warmte- en koudevraag;
 - de sturingsmogelijkheden voor de energiebalans;
 - natuurlijke bodemtemperatuur bij de opstartfase;
 - temperatuurverliezen in de ondergrond gedurende het seizoen;
 - temperatuurverliezen bij warmteoverdracht in de warmtewisselaar.

- De ontwerper kan aantonen dat de uitgangspunten met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn gecommuniceerd en zijn goedgekeurd.

Opmerking:

Er is sprake van een herontwerp van een bestaand bodemenergiesysteem, zodra er componenten worden bijgeplaatst en/of vervangen waarbij het systeemconcept of de uitgangspunten uit paragraaf 4.3 worden aangepast. Als de installatie niet wijzigt, maar de energievraag wel duidelijk anders blijkt te zijn dan het oorspronkelijke ontwerp uitgangspunt, kan een herontwerp ook nodig zijn.

4.4 Bronontwerp

Eis 1a.6

Ontwerp bronnen die duurzaam de benodigde capaciteit kunnen leveren.

Toetsingskader:

- **Vastleggen bronontwerp**

In het Ontwerpdocument is het bronontwerp vastgelegd. Daarbij zijn in ieder geval benoemd:

- onttrekkings- en infiltratiecapaciteit per bron (m^3/uur);
- grondwaterverplaatsing voor warmte- en koudelevering (m^3/jaar);
- boordiameter;
- filterstelling: aanduiding bodemlaag, (minimale) filterlengte, filtertraject;
- bronlocatie(s), onderlinge afstand van bronnen/bronfilters;
- doorlaatvermogen filtertraject en watervoerend pakket.

- **Eisen en randvoorwaarden**

Tijdens het vooronderzoek zijn aandachtspunten en risico's benoemd wat betreft bodemgeschiktheid, omgevingsbelangen en wettelijke eisen en beleid. In het Ontwerpdocument staat beschreven welke eisen en randvoorwaarden hieruit volgen. De ontwerper kan aantonen dat in het ontwerp rekening is gehouden met deze aspecten.

- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**

In het Ontwerpdocument staat vermeld welke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden voor het bronontwerp en de filterstelling.

Als er een masterplan of interferentiegebied geldt voor de locatie, dan is het document opgevraagd door de ontwerper en zijn de eisen en randvoorwaarden voor het ontwerp nagegaan.

- **Omgevingsbelangen**

Als er sprake is van omgevingsbelangen die een aandachtspunt of risico inhouden, dan verzamelt het bedrijf verdere gegevens die noodzakelijk zijn voor het ontwerp. Het bedrijf gaat bijvoorbeeld de (gerealiseerde) bronconfiguratie na van nabijgelegen bodemenergiesystemen of het trekt bij grondwaterverontreiniging de aard en verbreiding van de verontreiniging na. In het Ontwerpdocument staat beschreven welke eisen en randvoorwaarden hieruit volgen. De ontwerper kan aantonen dat in het ontwerp rekening is gehouden met deze aspecten.

- **Mogelijkheden filterstelling**

In het Ontwerpdocument staat de informatie vermeld op basis waarvan de mogelijkheden zijn beoordeeld voor plaatsing van het filter. Rekening wordt gehouden met het feit dat het bronfilter wordt geplaatst in (grof)zandige lagen, en niet direct aansluitend op een klei-, leem- en/of fijnzandige laag. Het doorlaatvermogen van de bodem is bepaald voor het watervoerend pakket waarin het filter is gesteld, en specifiek voor het filtertraject.

- **Ontwerprichtlijn broncapaciteit**

In het Ontwerpdocument staat de ontwerprichtlijn vermeld die de basis was bij het opstellen van het bronontwerp om de benodigde broncapaciteit te halen. Bijvoorbeeld de NVOE-richtlijnen voor onttrekking en infiltratie (zie bijlage 3), of een andere onderbouwde ontwerprichtlijn.

- **Meerdere brondoubletten**

Bij een ontwerp met meerdere brondoubletten wordt de verdeling van het debiet over de bronnen vastgesteld. Standaard wordt het debiet gelijkmatig over de bronnen verdeeld. Bij een ongelijke debietverdeling wordt dit expliciet in het ontwerp vermeld.

- **Bronlocaties en onderlinge afstand**

In het Ontwerpdocument staat onderbouwd op welke wijze de bronlocatie(s) en de onderlinge afstand tussen de bronnen zijn bepaald. Het thermisch invloedsgebied is inzichtelijk gemaakt. Thermische kortsluiting moet worden voorkomen, gestreefd wordt naar een optimaal thermisch rendement dat voldoet aan het systeemconcept en de vastgestelde uitgangspunten.

De ontwerper houdt ten minste rekening met:

- de warmte- en koudelevering;
- de energiebalans of het koudeoverschot;
- de grondwaterstroming en -richting;
- de onderlinge hydraulische beïnvloeding van de bronnen.

- **Toetsing bronlocaties**

De ontwerper kan aantonen dat de bronlocaties zijn getoetst op inpasbaarheid, bereikbaarheid en eigendomsrechten. Dit houdt in dat:

- gecontroleerd is dat de bronlocaties daadwerkelijk bereikbaar zijn met het benodigde boormateriaal;
- aantoonbaar is gemaakt dat de aanwezige ondergrondse infrastructuur (kabels en leidingen, funderingen, bouwwerken, etc.) het boren van de bron op de gespecificeerde locatie toelaat;
- aantoonbaar rekening is gehouden met de toekomstige inrichting van het terrein;
- aantoonbaar is bepaald wie eigenaar is van het perceel waarop de bron wordt geboord en dat de eigenaar aantoonbaar heeft ingestemd met het realiseren en in stand houden van de bron op deze locatie.

- **Communicatie bronlocaties**

De ontwerper kan aantonen dat de bronlocaties voorgelegd zijn ter toetsing aan de opdrachtgever en dat de opdrachtgever deze heeft goedgekeurd.

4.5 Effectberekeningen

Eis 1a.7

Bepaal de verwachte hydrologische, thermische en (indien nodig) grondmechanische effecten van het bodemenergiesysteem.

Toetsingskader:

- **Rapportage effectbepaling**

In het Ontwerpdocument staat de effectbepaling beschreven:

- gebruikte berekeningsmethode/modelpakket;
- aangehouden uitgangspunten en modelschematisatie;
- berekeningsresultaten.

- **Berekeningsmethode**

De gebruikte berekeningsmethode of het gebruikte modelpakket is aantoonbaar geschikt voor de uit te voeren effectbepaling, wat blijkt uit de referentiedocumenten van het modelpakket of uit een gedocumenteerde verificatieberekening door de gebruiker.

Voorbeelden van geschikte modelpakketten/methoden zijn voor

- hydrologische effecten: MLU, Mircofem en Modflow;
- thermische effecten: HST3D, Tough, Modflow/SEAWAT, Feflow.

- grondmechanische effecten: methode van Terzaghi of Koppejan, zo nodig meer specialistische grondmechanische berekeningen.
Als volstaan kan worden met de verkorte effectenstudie, dan voldoet de berekeningsmethode uit de BUM BE deel 1 en is er geen grondmechanische effectbepaling nodig.
- **Uitgangspunten en modelschematisatie**
De hydrologische effectberekening wordt gebaseerd op het maximale ontwerpdebiet.
De thermische effectberekening wordt gebaseerd op de gemiddelde situatie van koude- en warmtelevering (inclusief een eventueel gemiddeld koude-overschot); de effecten worden bepaald voor ten minste 20 jaar.
De grondmechanische effectberekening wordt gebaseerd op de situatie met een maximaal ontwerpdebiet, waarbij de meeste zetting optreedt.
De aangehouden modelschematisatie en gebruikte modelparameters zijn herleidbaar uit de gegevens van het vooronderzoek.
Voor de grondmechanische parameters kunnen de richtwaarden als genoemd in NEN 6740 worden aangehouden.
- **Berekeningsresultaten**
De volgende berekeningsresultaten worden beschreven:
 - hydrologische effecten: stijghoogteveranderingen en effecten op de grondwaterstroming, ter plaatse van de bron(nen) en in de omgeving;
 - thermische effecten: veranderingen in de grondwatertemperatuur in de omgeving na 20 jaar en verloop van de onttrekkingstemperatuur in loop van het seizoen gedurende 20 jaar;
 - grondmechanische effecten: eindzettingen en zettingsverhang ter plaatse van de bronnen en ter plaatse van zettinggevoelige objecten.

Eis 1a.8

Beoordeel op basis van de berekende effecten of het bronontwerp voldoet.

Toetsingskader:

- De ontwerper kan aantonen dat de berekende effecten voldoen aan de uitgangspunten en de eisen en randvoorwaarden bij het ontwerp. Risico's en aandachtspunten zijn voldoende gecheckt en als akkoord beoordeeld. Indien de effecten niet voldoen, dan is aanpassing van de uitgangspunten of van het bronontwerp noodzakelijk (opnieuw doorlopen van (delen van) het proces).
- In het Ontwerpdocument staan de gevolgen van het bodemenergiesysteem voor bestaande omgevingsbelangen beschreven en als akkoord beoordeeld. Indien significante (negatieve) gevolgen worden verwacht, dan stemt het bedrijf dit af met de belanghebbende(n) en/of het bevoegd gezag. Als de effecten niet voldoen, is aanpassing van de uitgangspunten of van het bronontwerp noodzakelijk (opnieuw doorlopen van (delen van) het proces).
- De ontwerper kan aantonen dat, indien de effecten niet voldoen, de stand van zaken en de benodigde ontwerp-aanpassingen met de ontwerper van de bovengrondse installatie en de opdrachtgever zijn gecommuniceerd en zijn goedgekeurd.

4.6 Vergunningaanvraag en afronding ontwerp

Eis 1a.9

Vraag de omgevingsvergunning voor het aanleggen en gebruiken van een open bodemenergiesysteem aan en zorg voor (de voorbereiding van) eventuele andere vergunningaanvragen en meldingen.

Toetsingskader:

- De aanvraag om de omgevingsvergunning is opgesteld en ingediend. De verkregen vergunning is verstrekt aan de bovengronds ontwerper, de opdrachtgever en de vergunninghouder. De aanvraag en de vergunning maken onderdeel uit van het Ontwerpdocument. Dat geldt ook voor overige vergunningen en meldingen.

- Als het spoelwater geloosd wordt op een oppervlaktewaterlichaam, wordt een omgevingsvergunning voor de lozingsactiviteit aangevraagd.
- Bij het vooronderzoek is een overzicht opgesteld van benodigde vergunningen en meldingen, inclusief proceduretermijnen en toewijzing van verantwoordelijkheden. Sommige vergunningen of meldingen (anders dan de omgevingsvergunning) kunnen pas in een later stadium worden aangevraagd. De ontwerper is aantoonbaar nagegaan, dat voor het verkrijgen van de overige benodigde vergunningen of meldingen in principe geen belemmeringen bestaan.
Opmerking: Indien de ondergronds ontwerper niet zelf verantwoordelijk is voor het aanvragen van een vergunning of melding, dan moet de ondergronds ontwerper zich wel op de hoogte stellen van de mogelijkheden voor toestemming.
- Tijdens het ontwerpproces is ten minste eenmaal vooroverleg gevoerd met het bevoegd gezag (vastgelegd als telefoonnotitie, e-mail of in een besprekingsverslag). Het vooroverleg vindt plaats tijdens het vooronderzoek of later in het ontwerptraject (overeenkomstig eis 1a.2).

Eis 1a.10

Draag het 'Ontwerpdocument' over bij afronding van het ontwerp.

Toetsingskader:

- De ontwerper kan aantonen dat het complete Ontwerpdocument (inclusief het overzicht van vergunningen en meldingen) is overgedragen aan de ontwerper van het bovengrondse deel en aan de opdrachtgever.
- Als bij de opdrachtvorming is afgesproken dat aan andere partijen wordt gerapporteerd, dan wordt het Ontwerpdocument aan deze partijen overgedragen.

5 Detail-engineering open bodemenergiesystemen (scope 2a)

De detail-engineering volgt na het ontwerp. In de detail-engineering wordt het ontwerp zoals beschreven in het Ontwerpdocument verder uitgewerkt. In dit hoofdstuk staat welke stappen het bedrijf doorloopt, welke gegevens het verzamelt, welke afstemming nodig is en hoe het bedrijf de detail-engineering vastlegt in het document 'Detail-engineering'.

Bij de detail-engineering maakt het bedrijf een uitwerking van bronnen en putbehuizing, het hydraulische circuit en de regeling en automatisering. De detail-engineering van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem sluit aan bij het bovengrondse deel van de installatie en houdt rekening met uitvoeringsaspecten en wettelijke eisen.

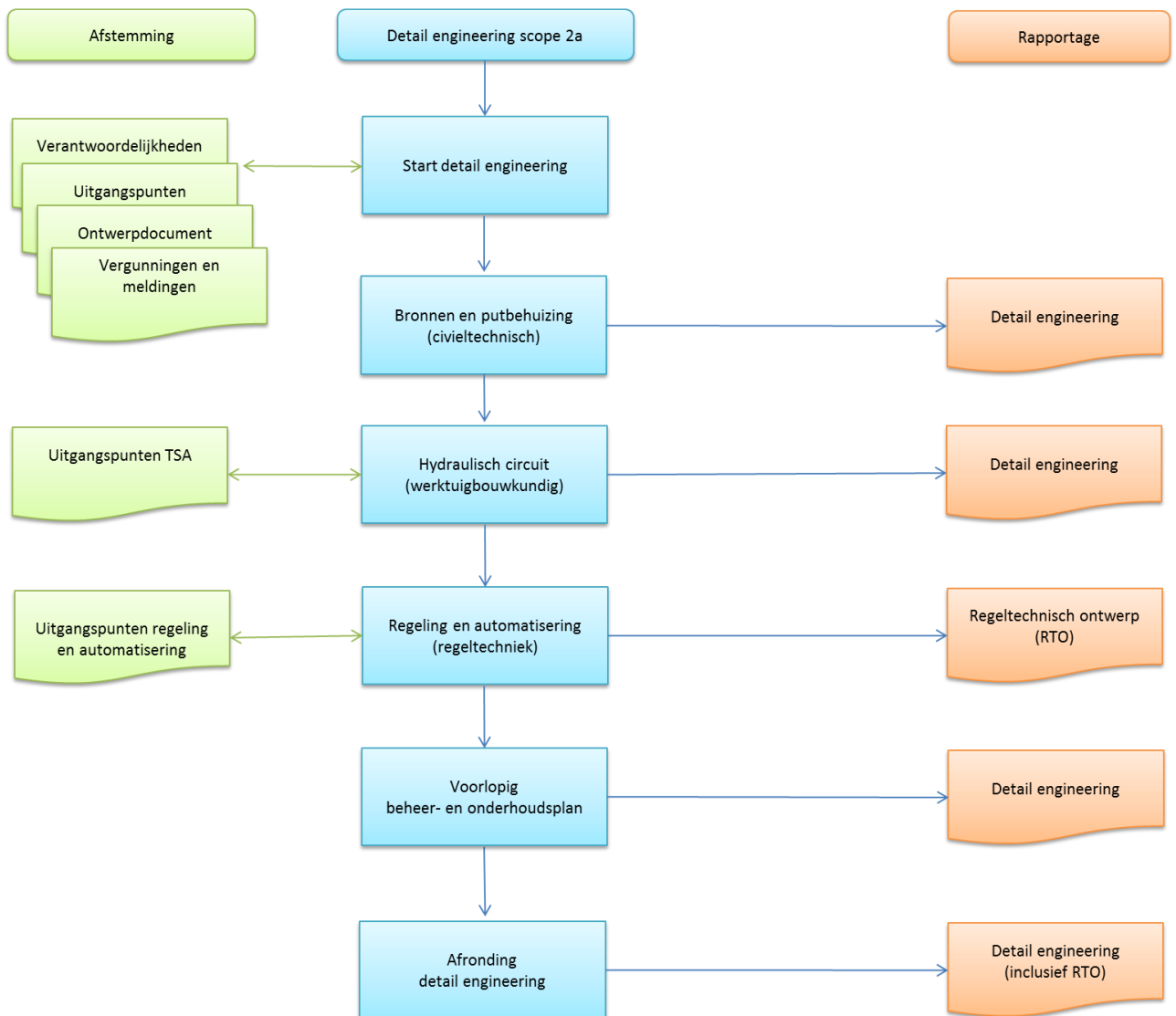
Het bedrijf doorloopt de detail-engineering samen met de ontwerper van het bovengrondse deel. Bij het bovengrondse deel hoort de detail-engineering bij de ontwerpfase.

Dit protocol beschrijft de processtappen bij detail-engineering, zie het schema op de volgende bladzijde. De volgorde van processtappen kan in de praktijk afwijken, als aan het einde van het detail-engineering alle stappen maar wel zijn doorlopen.

De detail-engineering resulteert in de selectie van specifieke componenten en een nauwkeurige uitwerking van de samenstelling van onderdelen. Een goed werkend bodemenergiesysteem bestaat uit de juist geselecteerde componenten, die binnen de totale installatie als geheel goed functioneren.

Resultaat van de detail-engineering is het document Detail-engineering. Dit kan één document zijn, maar het kan ook bestaan uit meerdere documenten. Het 'Regeltechnisch Ontwerp' (RTO) is een vast onderdeel van het document Detail-engineering.

De projectleider, zoals omschreven in BRL SIKB 11000, is verantwoordelijk voor het document Detail-engineering.



5.1 Start detail-engineering

Eis 2a.1

Zorg dat de informatie uit de ontwerpfase beschikbaar is en leg samen met de ontwerper van het bovengrondse deel de verantwoordelijkheden en de uitgangspunten vast.

Toetsingskader:

- De projectleider beschikt over het Ontwerpdocument van het ontwerp, inclusief de al eerder afgestemde verantwoordelijkheden.
- De projectleider beschikt over het (bijgewerkte) overzicht van vergunningen en meldingen, inclusief de ingediende aanvragen en afgegeven beschikkingen.
- De projectleider beschikt over het programma van eisen, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 4.3). De eisen werken door in de detail-engineering van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem.
- De projectleider beschikt over de beschrijving van het systeemconcept, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 3.3.1, ook beschreven in eis 1a.5).
- De projectleider stelt bij de start van de detail-engineering de beoogde levensduur vast van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem. Standaard geldt dat de detail-engineering van hoofdcomponenten uitgaat van een minimale levensduur van 10 jaar en voor constructieve delen minimaal 50 jaar, tenzij anders is overeengekomen. De projectleider kan aantonen dat een eventuele afwijkende beoogde levensduur schriftelijk is afgestemd met de opdrachtgever en de ontwerper van het bovengrondse deel.
- De projectleider kan aantonen dat bij de start van de detail-engineering de verantwoordelijkheden en de uitgangspunten met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn nagelopen en zo nodig zijn geactualiseerd. De verantwoordelijkheden die ten minste worden nagelopen, staan in tabel 1a-T1 in bijlage 1; deze verantwoordelijkheden waren bij eis 1a.1 vastgelegd. De uitgangspunten die ten minste worden nagelopen, staan in tabel 1a-T4 in bijlage 1; deze uitgangspunten waren bij eis 1a.5 vastgelegd.

5.2 Bronnen en putbehuizing (civieltechnisch)

Eis 2a.2

Werk het bronontwerp verder uit, met bronnen die duurzaam de benodigde capaciteit kunnen leveren.

Toetsingskader:

• **Vastleggen bronontwerp**

In het document Detail-engineering is het uitgewerkte bronontwerp vastgelegd:

- onttrekkings- en infiltratiecapaciteit per bron (m^3/uur);
- boordiameter, specificatie filterbuis;
- filterstelling: aanduiding bodemlaag, minimale filterlengte, filtertraject;
- filterstelling peilbuizen: aanduiding bodemlaag, minimale filterlengte, filtertraject;
- bronlocatie(s), onderlinge afstand van bronnen/bronfilters;
- doorlaatvermogen filtertraject en watervoerend pakket;
- minimale korrelgrootte voor filterstelling;
- zandmediaan filtertraject, filtergrind, sleufbreedte filter;
- specifiek debiet ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$);
- kritische injectiedruk, minimale diepte bovenkant filter;
- ontgassingsdruk.

• **Eisen en randvoorwaarden**

In het Ontwerpdocument (zie ontwerpfase) staat beschreven welke aandachtspunten en risico's gelden wat betreft bodemgeschiktheid, omgevingsbelangen en wettelijke eisen en beleid. De projectleider kan aantonen dat in het uitgewerkte bronontwerp rekening is gehouden met deze aspecten.

- **Boordiameter, specificatie filterbuis**

Uitgegaan wordt van een gelijkmatige omstortingsdikte ter hoogte van de filterbuis, waarbij de diameter van het boorgat ter plaatse van het filter ten minste 20 cm en ten hoogste 60 cm groter is dan de buitendiameter van het filter.

De buitendiameter gemeten over de centreervoorzieningen moet ten minste 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 verwachte 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.

Het te gebruiken buismateriaal voldoet aan de eisen uit BRL K17301.

- **Ontwerprichtlijn broncapaciteit**

In het Ontwerpdocument (zie ontwerpfase eis 1a.6) staat de ontwerprichtlijn vermeld, op basis waarvan het bronontwerp is opgesteld om de benodigde broncapaciteit te halen. In het document Detail-engineering wordt de ontwerprichtlijn opnieuw vermeld en getoetst.

- **Zandmediaan, filtergrind en sleufbreedte filter**

In het document Detail-engineering staat de verwachte zandmediaan (M-50) van het filtertraject.

De ondergrens van de zeving van het filtergrind is maximaal 4 maal groter dan de verwachte zandmediaan (M-50) van het 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.

- **Specifiek debiet**

In het document Detail-engineering staat het verwachte specifieke debiet van de bronnen. Deze kan gebaseerd worden op de effectberekeningen uit de ontwerpfase. Wanneer eisen gesteld worden aan de maximale stijghoogteverandering in de bronnen (bijvoorbeeld bij opbarstrisico) dan wordt ook een minimaal specifiek debiet vastgelegd.

- **Kritische injectiedruk**

In het document Detail-engineering zijn de kritische injectiedruk en de minimale diepte van de bovenkant van het filter vastgelegd. De kritische injectiedruk voor opbarsten van de bronnen wordt bepaald op basis van de maximaal te verwachten stijghoogte in het opslagpakket.

- **Ontgassingsdruk**

In het document Detail-engineering staat de druk vermeld waarbij ontgassing het te onttrekken grondwater wordt verwacht. De druk wordt vermeld voor de natuurlijke bodemtemperatuur en voor de maximale injectietemperatuur. Deze gegevens worden gebruikt bij de uitwerking van het hydraulisch circuit.

Eis 2a.3

Ontwerp een veilige putbehuizing die de instandhouding en werking waarborgt van bron en appendages.

Toetsingskader:

- In het document Detail-engineering staat het ontwerp van de putbehuizing. De projectleider kan aantonen dat bij het ontwerp van de putbehuizing ten minste rekening is gehouden met:
 - vorstbescherming (verwarming en/of isolatie);
 - vocht en water (waterdichtheid, voorkomen van waterintrede, IP-klasse);
 - condensvorming (ventilatie);
 - gasophoping: de werking van een overdrukventiel of een lekkage mag niet leiden tot het ophopen van (brandbaar/explosief) gas in de putbehuizing. Het gas moet buiten de constructie worden gebracht;
 - elektrocutiegevaar: de behuizing is voorzien van potentiaalvereffening (werk conform richtlijn NEN 1010 en NEN 3140);

- toegankelijkheid, veilig werken in een besloten ruimte: 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 m²;
- vervangbaarheid van componenten;
- verkeersbelasting;
- zettingsverschillen: de eventuele verbinding tussen de behuizing en de (pvc)buis (de pompkamer) moet in staat zijn zettingsverschillen op te vangen tussen bron en behuizing.

5.3 Hydraulisch circuit (werktuigbouwkundig)

Eis 2a.4

Leg de uitgangspunten van het hydraulisch circuit vast samen met de ontwerper van het bovengrondse deel.

Toetsingskader:

- In het document Detail-engineering staan de uitgangspunten opgenomen van de TSA en het hydraulisch circuit. De uitgangspunten die in ieder geval worden vastgesteld, staan in tabel 2a-T5 in bijlage 1. De ontwerper kan aantonen dat de uitgangspunten van het hydraulisch circuit met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn afgestemd en goedgekeurd.
- De projectleider beschikt over de (voorlopige) beschrijving van het ontwerp, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 3.3.2). Uit deze beschrijving zijn relevant:
 - een beschrijving van de hydraulische schakeling met tekeningen en schema's;
 - een rapport waarin wordt aangetoond dat het bodemenergiesysteem bij elke mogelijke deellastsituatie goed functioneert;
 - een gestructureerde beschrijving van de functionaliteit van de energiecentrale, met de bedrijfs-situaties van de energiecentrale.

Eis 2a.5

Ontwerp een goed functionerend, energiezuinig hydraulisch circuit.

Toetsingskader:

- **Vastleggen detail-engineering**

In het document Detail-engineering is de detail-engineering van het hydraulisch circuit vastgelegd:

- beschrijving van alle bedrijfswijzen van het ondergrondse deel (warmte- en koudelevering, spuien, ruststand, etc.);
- principeschema;
- per bedrijfswijze: drukverliesberekening bij minimaal en maximaal debiet, inclusief vermelding van stroomsnelheden, leidingweerstand, opvoerhoogte en energieverbruik (rendement) van de bronpomp;
- specificatie van de hoofdcomponenten (zie ook eis 2a.6).

- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**

In het document Detail-engineering staat vermeld in hoeverre er specifieke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden voor het hydraulisch circuit (bijvoorbeeld handhaving van overdruk). De ontwerper kan aantonen dat in het ontwerp rekening is gehouden met deze aspecten.

- **Maximale stroomsnelheid**

De stroomsnelheid in het hydraulisch circuit bedraagt

- bij gemiddeld debiet: richtwaarde 1,5 à 1,7 m/s en ten hoogste 2,0 m/s;
- bij maximaal debiet: ten hoogste 2,5 m/s.

Opmerking: de maximale stroomsnelheid geldt voor de transportleidingen. Voor pers- en injectieleidingen en andere (korte) hulpstukken mag de snelheid (tijdelijk en bij piekcapaciteit) hoger zijn. De richtwaarde en maximale waarde voor de stroomsnelheid zijn bedoeld als borging voor een energiezuinig hydraulisch circuit.

- **Diameter leidingwerk en appendages**

De diameter van het leidingwerk en van de appendages wordt ontworpen op een zo laag mogelijke leidingweerstand, in combinatie met een goede regelbaarheid van het systeem (tijdsduur waarop het water uit de bron de energiecentrale bereikt) en onderhoudsmogelijkheden (wegspoelen van vuil en luchtbelletjes).

- **Voorkomen condensvorming**

Condensvorming in inpannige ruimten en thermische verliezen worden voorkomen, door het aanbrengen van dampdichte isolatie op alle inpannige leidingen.

- **Luchtdicht en gescheiden van gebouwcircuut**

Het hydraulisch circuit wordt luchtdicht ontworpen, het grondwater staat niet in open verbinding met (buiten)lucht. Mengen van gebouwwater met grondwater (en ook oppervlaktewater of leidingwater) in het hydraulisch circuit is uitgesloten.

- **Drukhandhaving**

Het hydraulisch circuit kan te allen tijde op een druk gehouden worden die groter is dan de minimale ontgassingsdruk. In het document Detail-engineering staat bij de drukverliesberekeningen vermeld waar de laagste druk in het circuit voorkomt. Het systeem wordt zodanig ontworpen, dat ter plaatse van het punt met de laagste druk

- de druk ten minste hoger is dan de minimale ontgassingsdruk (voorkomen van ontgassing);
- de druk maximaal 1,0 bar hoger is dan de minimale ontgassingsdruk (beperken van energieverbruik).

Opmerking: Wanneer is aangetoond dat het grondwater niet ontgast bij atmosferische druk, is drukhandhaving niet nodig.

- **Inbouwdiepte pomp en injectievoorziening**

In het document Detail-engineering is de inbouwdiepte van de pomp en de injectievoorziening onderbouwd, rekening houdend met:

- minimale ontgassingsdruk;
- natuurlijke minimale stijghoogte in het opslagpakket;
- verwachte stijghoogteverandering in de bron (ook bij teruggelopen van de capaciteit van de bron);
- mogelijke beïnvloeding van naburige onttrekkingen;
- de NPSH van de pomp.

- **Energieverbruik**

In het document Detail-engineering staat bij de drukverliesberekeningen het minimaal te behalen totaalrendement van de pomp (= rendement van pomp plus motor). De projectleider kan aantonen dat het verwachte energieverbruik van het ondergrondse deel niet belemmerend is om de SPF_{BES} van het totale bodemenergiesysteem te halen.

- **Meerdere brondoubletten**

Bij meerdere brondoubletten is het hydraulisch ontwerp uitgewerkt op basis van de verdeling van het debiet over de bronnen, conform ontwerp. Bij meerdere brondoubletten moet het debiet per bron continu regelbaar zijn over de hele debietrange van de bronnen.

Opmerking: In een systeem met maximaal twee brondoubletten en een hydraulisch ontwerp dat aantoonbaar is gericht op gelijke belasting van de bronnen binnen één hydraulisch circuit, mag de gelijke debietverdeling ook zonder de toepassing van een continue regeling voor de debietverdeling plaatsvinden.

Eis 2a.6

Maak een onderbouwde keuze voor de specificaties van de hoofdcomponenten.

Toetsingskader

- **Vastleggen detail-engineering**

In het document Detail-engineering staat de specificatie van de hoofdcomponenten (zie ook eis 2a.5).

- **Algemene materiaaleisen**

De projectleider kan aantonen dat bij de keuze van de hoofdcomponenten rekening is gehouden met

- de specificaties van de fabrikant;
- de maximaal toelaatbare systeemdruk (bij keuze van drukklasse);
- de heersende omgevingsfactoren (water, temperatuur, zoet/zout, eventuele vervuiling, corrosiebestendigheid).

Aandachtspunten bij diverse hoofdcomponenten:

- **Warmtewisselaar (TSA):**

- 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.
- maximale drukval van 100 kPa (1,0 bar)

- **Bronpomp:**

- aantal starts en stops per uur
- minimale aanloofrequentie
- minimale frequentie (flow) voor koeling
- geschikte voedingskabel
- rendement van het bodemenergiesysteem (deellast en pompcurve)

- **Frequentieregelaar/uitgangsfILTER**

- maximaal spanningsverlies is berekend tot aan de bronpomp
- uitgangssignaal (spanningspieken) sluit aan bij toleranties van de bronpomp

- **Injectieklep**

- maximale insteldruk
- inbouwdiepte
- minimale debiet en regelbereik

- **Expansievat**

- inhoud
- afstemming aansluitleiding (lengte en diameter), minimale diameter aansluitleiding is DN 50

- **Spuileiding**

- voorzien van watermeter
- drukhandhaving
- lozingspunt of spui kop

- **Meetmiddelen**

- voor o.a. temperaturen, debieten, energiestroom, stijghoogten en energieverbruik
- nauwkeurigheid overeenkomstig ISSO 39 (tabel 10.1)
- geschikt meetbereik

- **Onderhoudsfilter**

- inhoud
- drukval
- onderhoudsmogelijkheden

- **Bekabeling**

- maximaal 3% spanningsverlies van frequentieregelaar/uitgangsfILTER tot aan de bronpomp
- EMC-richtlijnen
- aarding van voldoende diameter voor kortsluitstroom

- **Transportleidingen**
 - moeilijk bereikbare verbindingen alleen lasverbindingen
 - in pandige leidingen geïsoleerd met dampdichte isolatie
 - maximale drukval van 100 kPa (1,0 bar) in de terreinleidingen (van bronput tot bronput, de drukval van warmtewisselaar en andere appendages niet meegerekend)
- **Stuurleidingen injectiekleppen**
 - maximale druk
 - geschiktheid voor het plaatsen in water

5.4 Regeling en automatisering (regeltechniek)

Eis 2a.7

Leg de uitgangspunten van de regeling en automatisering vast samen met de ontwerper van het bovengrondse deel.

Toetsingskader:

- In het Regeltechnisch Ontwerp (RTO) staan de uitgangspunten van de regeling en automatisering. De uitgangspunten die in ieder geval worden vastgesteld, staan in tabel 2a-T6 in bijlage 1. De ontwerper kan aantonen dat de uitgangspunten van de regeling en automatisering met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn afgestemd en goedgekeurd.
- Zoals al in eis 2a.4 beschreven, beschikt de projectleider over de (voorlopige) beschrijving van het ontwerp, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 3.3.2). Uit deze beschrijving zijn relevant:
 - een beschrijving van de werking van de hydraulische schakeling van de energiecentrale met tekeningen en schema's;
 - een rapport waarin wordt aangetoond dat het bodemenergiesysteem bij elke mogelijke deellastsituatie goed functioneert;
 - een gestructureerde beschrijving van de functionaliteit van de energiecentrale, met de bedrijfs-situaties van de energiecentrale.

Eis 2a.8

Ontwerp de regelinstallatie, die het ondergrondse deel goed kan laten functioneren binnen het totale bodemenergiesysteem, en een complete beveiliging en monitoring waarborgt.

Toetsingskader:

- In het Regeltechnisch Ontwerp (RTO) is vastgelegd:
 - de regelstrategie voor aansturing vanuit het bovengrondse circuit met toegepaste regelgrootheid (debiet, druk, temperatuur);
 - een principeschema met specifieke coderingen voor alle regeltechnische apparatuur;
 - per bedrijfswijze een uitgewerkte schakelvolgorde of regelprocedure (in tabelvorm);
 - beveiligingen met bijbehorende opvolging;
 - een defaultlijst voor inbedrijfstelling met ten minste de verwachte instelwaarden van beveiligingen en regelingen, looptijden en (start)frequenties;
 - een ontwerp van de meetvoorzieningen voor optimaal beheer van het ondergrondse deel, inclusief een registratielijst en een specificatie van de opslag en verwerking van registraties (o.a. temperatuur, debieten, energie, stijghoogten en energieverbruik). In de registratielijst wordt aangegeven welke registraties voortkomen uit de geldende Wet- en regelgeving.
- De projectleider kan aantonen dat met de meetvoorzieningen wordt voldaan aan de geldende registratieverplichtingen vanuit Wet- en regelgeving.

5.5 Beheer- en onderhoudsaspecten

Eis 2a.9

Stel een voorlopig beheer- en onderhoudsplan op.

Toetsingskader:

- In het document Detail-engineering is een voorlopig beheer- en onderhoudsplan opgenomen. De inhoud van dit voorlopig plan is overeenkomstig eis 4a.2, waarbij opgemerkt wordt dat de afstemming van taken en verantwoordelijkheden nog niet (volledig) kan worden ingevuld.

5.6 Afronding detail-engineering

Eis 2a.10

Draag het document Detail-engineering (inclusief RTO) over bij afronding van de detail-engineering.

Toetsingskader:

- De projectleider kan aantonen dat het complete document Detail-engineering is overgedragen is aan de ontwerper van het bovengrondse deel en aan de opdrachtgever.
- Als bij de opdrachtvorming is afgesproken dat aan andere partijen wordt gerapporteerd, dan wordt het document Detail-engineering aan deze partijen overgedragen.

6 Realisatie open bodemenergiesystemen (scope 3a)

Een correcte aanleg van een open bodemenergiesysteem waarborgt de kwaliteit en het functioneren op de lange termijn. In dit hoofdstuk staan de eisen beschreven bij realisatie van open bodemenergiesystemen:

- welke voorbereiding en afstemming nodig is;*
- welke eisen gelden bij de uitvoering;*
- welke controles worden gedaan tijdens het werk;*
- hoe het spoelen, vullen, in bedrijf stellen, inregelen en testen gaat;*
- welke gegevens bij oplevering in het Revisiepakket staan;*
- welke eisen gelden bij onderhoud van het systeem.*

Bij de voorbereiding van de realisatie stelt het bedrijf een 'Plan van Aanpak' op, waarin het boorplan, werkomschrijving en planning zijn opgenomen. Het bedrijf borgt dat het werk wordt aangelegd in overeenstemming met het ontwerp en dat aan alle wettelijke eisen wordt voldaan.

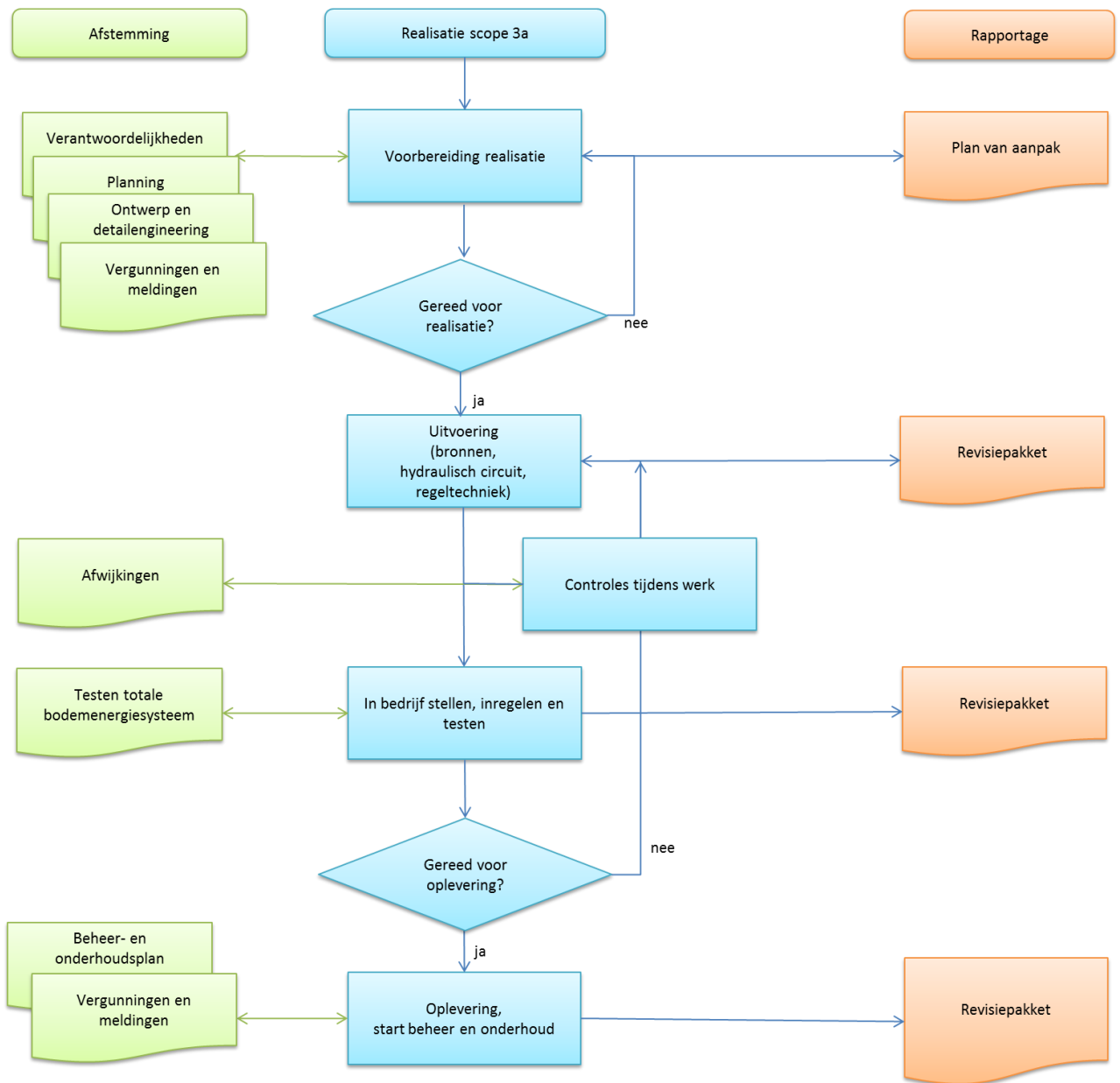
De realisatie van een open bodemenergiesysteem bestaat uit boorwerkzaamheden, het inbouwen, ontwikkelen en testen van de bronnen, de aanleg van het hydraulisch circuit en het programmeren van de regeltechniek. Daarna wordt het systeem gespoeld, gevuld, in bedrijf gesteld, ingeregeld en getest. Bij de realisatie werkt de uitvoerder van het ondergronds systeem nauw samen met de installateur van het bovengrondse deel van het bodemenergiesysteem. De stappen bij uitvoering en de afstemmingsmomenten zijn opgenomen in het schema op de volgende bladzijde.

De projectleider, zoals omschreven in BRL SIKB 11000, is verantwoordelijk voor het Plan van aanpak en voor het 'Revisiepakket', inclusief het 'Beheer- en onderhoudsplan'.

De boormeester, zoals omschreven in BRL SIKB 2100, is verantwoordelijk voor de kwaliteit van de boringen, het inbouwen van de bronfilters en het aanvullen van het boorgat.

Resultaat van de realisatiefase is een goed werkend open bodemenergiesysteem, inclusief documentatie in een Revisiepakket.

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. Aan het einde van de realisatiefase is het Beheer- en onderhoudsplan gereed, en wordt gestart met de eerste beheer- en onderhoudsperiode van 2 jaar.



6.1 Voorbereiding realisatie

Eis 3a.1

Zorg dat de informatie uit de ontwerpfase en de detail-engineering beschikbaar is en leg samen met de betrokken partijen de verantwoordelijkheden en de demarcatie van werkzaamheden vast.

Toetsingskader:

- De projectleider beschikt over het Ontwerpdocument .
- De projectleider beschikt over het (bijgewerkte) overzicht van vergunningen en meldingen, inclusief de ingediende aanvragen en afgegeven beschikkingen.
- De projectleider beschikt over het document Detail-engineering, inclusief het RTO en het voorlopig beheer- en onderhoudsplan.
- De projectleider kan aantonen dat bij de start van de realisatie de verantwoordelijkheden en de demarcatie van werkzaamheden met betrokken partijen zijn afgestemd en goedgekeurd.

Eis 3a.2

Stel een plan van aanpak op, waarin het boorplan en werkplan, planning en werktekeningen zijn opgenomen.

Toetsingskader:

- **Inhoud 'Plan van Aanpak'**
In het Plan van Aanpak is opgenomen:
 - boorplan;
 - werkplan hydraulisch circuit en regeling;
 - planning;
 - werktekeningen;
 - controle en toetsing tijdens het werk.
- **Boorplan en werkplan**
In het boorplan en werkplan is de voorgenomen wijze van uitvoering opgenomen. De projectleider kan aantonen dat het boorplan en werkplan volledig zijn en in overeenstemming met het ontwerp en detail-engineering. Eventuele afwijkingen zijn vastgelegd.
In het boorplan en werkplan staat de benodigde hoeveelheid werkwater en de diepte van de casing vermeld.
- **Afstemming voorzieningen**
De projectleider kan aantonen dat voorzieningen zoals werkwater, bouwstroom, werkruimte, opslag, het lozen van water en het opslaan en afvoeren van grond zijn afgestemd en vastgelegd.
- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**
In de ontwerpfase is een overzicht opgesteld van benodigde vergunningen en meldingen. In de detail-engineering is vermeld welke (specifieke) wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden voor de bronnen, het hydraulisch circuit en de regeling en monitoring.
De projectleider checkt de overzichten en vult deze zo nodig aan. Nog ontbrekende vergunningen en meldingen worden aangevraagd.
De projectleider legt in het boorplan en werkplan vast wanneer procedures, voorschriften en meldingen tijdens de realisatie worden uitgevoerd, en legt de verantwoordelijkheden hiervoor vast. De projectleider kan aantonen dat de verantwoordelijkheden zijn afgestemd met andere betrokken partijen.

- **Planning en werktijden**

De projectleider kan aantonen dat de werkzaamheden zijn afgestemd met andere bouwwerkzaamheden, dat de planning past binnen de totaalplanning en dat de werktijden zijn bepaald. Als er aanpassingen in de planning zijn, dan wordt dit op duidelijke wijze verwerkt en krijgt de aangepaste planning een nieuw versienummer.

- **Werktekeningen**

Het ontwerp en de detail-engineering zijn vertaald naar werktekeningen, die ten minste bevatten:

- diverse functionele aanzichten;
- alle specificaties van componenten en toegepaste materialen;
- coderingen;
- maatvoeringen;
- hoogteligging;
- tracétekeningen van leidingen.

- **Controle en toetsing tijdens het werk**

In het Plan van Aanpak staat beschreven hoe controle en toetsing plaatsvinden tijdens uitvoering, en welke procedure wordt doorlopen als een medewerker een afwijking constateert.

Eis 3a.3

Beoordeel of het werk gereed is voor uitvoering.

Toetsingskader:

- **Check ontwerp**

De projectleider controleert of het te realiseren ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem voldoet aan het ontwerp, de detail-engineering en de daarbij gestelde eisen en randvoorwaarden. Eventuele afwijkingen zijn vastgelegd in het Plan van Aanpak.

- **Check uitvoerbaarheid**

De projectleider controleert of de realisatie uitvoerbaar is, en checkt de feitelijke omstandigheden op de locatie van ten minste:

- bronlocaties;
- maaiveldniveau;
- grondwaterstand;
- leidingtracé;
- oppervlakte van de technische ruimte.

- **Check wettelijke eisen en randvoorwaarden**

De projectleider kan aantonen dat de benodigde vergunningen zijn verkregen en de vereiste meldingen zijn gedaan voor de uit te voeren activiteiten.

- **Check of het ingekochte materiaal aan de eisen voldoet**

De projectleider controleert het te gebruiken buismateriaal op één van de volgende manieren:

- als de leverancier het buismateriaal produceert volgens of levert met een certificaat voor BRL K17301: het boorbedrijf bestelt op deze specificatie en voert een visuele ingangsbeoordeling uit, als onderdeel van de eigen beoordelingsprocedure van producten en leveranciers, of;
- als de leverancier het buismateriaal niet levert onder certificaat of keuring en het materiaal ook fysiek niet herkenbaar is als geleverd volgens of met een certificaat voor BRL K17301: het boorbedrijf draagt zelf zorg voor een ingangsbeoordeling van het product, die ten minste een beoordeling op de eisen uit BRL K17301 omvat.

6.2 Uitvoering

Eis 3a.4 Zorg tijdens het werk voor controle en toetsing, en zorg voor bijsturing in geval van afwijkingen.

Toetsingskader:

- In het Plan van Aanpak staat beschreven hoe controle en toetsing plaatsvinden tijdens uitvoering, en welke procedure wordt doorlopen als een medewerker een afwijking constateert. De projectleider kan aantonen dat deze controles en toetsingen uitgevoerd worden tijdens het werk.
- De projectleider kan aantonen dat tijdens het werk afwijkingen van het ontwerp worden bijgehouden in een logboek. De projectleider beoordeelt de consequenties van afwijkingen, bepaalt welke bijsturing nodig is (bijvoorbeeld compenserende maatregelen, aanpassingen) en zorgt voor afstemming met de andere betrokken partijen. Bij ernstige afwijkingen wordt dit schriftelijk en binnen twee werkdagen gedaan.
- De volgende afwijkingen worden in ieder geval schriftelijk en binnen twee werkdagen afgestemd met de andere betrokken partijen:
 - afwijkingen waardoor het bodemenergiesysteem niet volgens de ontwerpuitgangspunten kan functioneren;
 - afwijkingen waardoor niet meer voldaan wordt aan wet- en regelgeving.

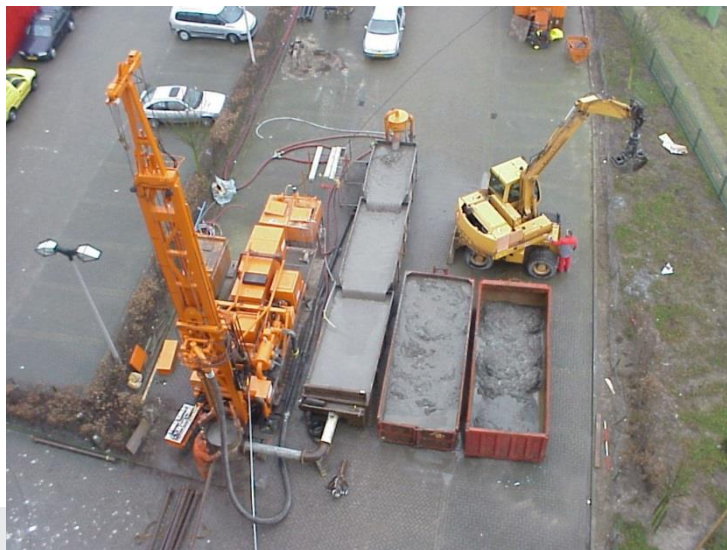
Eis 3a.5 Boor bron(nen) die duurzaam de benodigde capaciteit kunnen leveren.

Toetsingskader:

- **Boormethode**

De boring wordt niet verricht met de spoelboorteknik.

Toelichting: met de spoelboorteknik is het niet mogelijk de nauwkeurigheid voor aanvullen van het boorgat te waarborgen die nodig is voor een goede werking van open bodemenergiesystemen.



Boorsopstelling.

- **Voorkomen van verstopping op de boorgatwand**

Het bedrijf voorkomt dat (natuurlijke) spoeling zich ter hoogte van het filtertraject hecht op de boorgatwand en ook dat er tussen het tijdstip van het beëindigen van de boorwerkzaamheden en het aanstorten van het filter bezinking plaatsvindt in het boorgat.

Het bedrijf neemt in ieder geval de volgende maatregelen:

- bij boringen voor open systemen dient te allen tijde van iedere boring een boorbeschrijving, een aanvulstaat en een afstelstaat te worden gemaakt;
- als veen is doorboord: verversen van het boorwater voordat dit het te gebruiken opslagpakket bereikt, waarbij het spoelen minimaal het equivalent bedraagt van twee keer de inhoud van de bufferbakken en het boorgat;
- de boring zodanig plannen dat na het op diepte komen van de bron direct of de volgende ochtend gestart kan worden met inbouwen;
- als direct na het uitbouwen van de boorstangen een buis (meestal de stortkoker, ook wel valpijp genoemd) wordt ingebouwd tot de einddiepte van de boring: de inhoud van het boorgat circuleren middels zuigen via deze buis, totdat het aanstorten van het filter start.
- Het werkproces voor het aanbrengen van de omstorting mag pas onderbroken worden zodra de afscheidende kleilaag boven het filter(deel) is geplaatst.



Intrillen stalen casing.

- **Correcte inbouw bronfilters en peilbuizen**

Het bedrijf zorgt ervoor dat

- de inbouw van buizen, filters en peilbuizen gecentreerd en nauwkeurig op de geplande diepte plaatsvindt;
- de aanvulling van het boorgat gelijkmatig is;
- er in het filtertraject om de vijf meter een centreebeugel is en ter hoogte van stijgbuizen en de pompkamer om de tien meter;
- de constructie en wijze van bevestiging van de centreebeugels na bevestiging niet meer handmatig vervormbaar zijn;
- buisdelen (eventueel bestaande uit diverse buislengtes (passtukken) van samen maximaal 10 meter), inclusief de peilbuizen, in verticale positie boven het boorgat worden verlijmd of geschroefd;
- als meerdere (peil)buizen zijn ingebouwd in een boorgat, die – waar ze op gelijke diepte voorkomen – onderling zijn verbonden met een vooraf bepaalde tussenmaat. Daarbij komt het aantal verbindingen overeen met het interval van de centreebeugels;
- de werkelijke lengte van alle filterbuizen, blinde buizen en buizen van de pompkamer voor en na montage is bepaald;
- de verbindingen boven het filter waterdicht zijn uitgevoerd;
- voorafgaand aan het aanvullen de einddiepte gecontroleerd is d.m.v. peilen binnendoor.



Plaatsen filterbuis.

- **Bepalen aanvulschema van het boorgat**

Het bedrijf bepaalt

- voorafgaand aan het aanvullen de specifieke volumes van de verschillende lagen aanvulmateriaal, en hoeveel volume één verpakkingseenheid vertegenwoordigt;
- voor de verschillende lagen het aanvulschema op basis van filterstelling, buisdiameter en boorgatdiameter en legt dit vast;
- de op de locatie benodigde aantallen verpakkingseenheden en controleert of die aanwezig zijn;
- bij een boring die op een eerder moment in het proces (deels) is ingestort of dichtgefallen, hoeveel extra aanvulmateriaal minimaal nodig is, op basis van de lengte waarover het gat is ingestort, en legt dit vast. Het bedrijf gaat er hierbij vanuit dat het ingestorte deel van het boorgat volledig is opgevuld met ingelopen grond en dat er bij het uiteindelijk op diepte zijn van de boring naast het boorgat een ruimte is ontstaan met een hieraan gelijke inhoud.



Boorbakken met grind.

- **Wijze van aanvullen van het boorgat**

- Het aanvulmateriaal wordt gedoseerd met behulp van een stortkoker (ook wel valpijp genoemd).
- De valhoogte bij het aanvullen bedraagt niet meer dan 30 meter. Uitzondering: bij filters langer dan 30 meter (aan één stuk) is de maximale valhoogte gelijk aan de filterlengte plus twee meter.



Aanvullen boorgat.

- **Diepte peilen tijdens aanvullen van het boorgat**

Het bedrijf bepaalt de diepte periodiek tijdens het aanvullen, in ieder geval op de volgende momenten:

- tussen elke overgang in aanvulmateriaal;
- telkens na aanvullen van 30 meter boorgat, als er hierbinnen geen overgang is in materiaal-soort.

- **Locatie bepaling bron(nen) en markering peilbuizen**

- Het bedrijf legt de locatie van elke bron (xy-coördinaten) en de afwerkhoogte van bronfilters en peilbuizen (in meters ten opzichte van NAP) nauwkeurig vast. De locatiebepaling heeft bij

voorkeur een nauwkeurigheid van +/- 0,1 meter, de maximale afwijking in nauwkeurigheid bedraagt 1 meter.

- Het bedrijf markeert de peilbuizen met een duidelijk leesbaar nummer en diepteaanduiding van het traject van het peilfilter in m-mv.
- **Voorkomen van beschadiging na afronding van de boorwerkzaamheden**
Als de inbouw van componenten en de definitieve afwerking niet direct aansluiten op de afronding van de boorwerkzaamheden, dan sluit het bedrijf de bron binnen een dag aan de bovenzijde af. De bron(constructie) blijft zichtbaar in het terrein aanwezig. Schade aan de constructie wordt voorkomen door deze te beschermen met een constructie rondom of over de bron. Het bedrijf draagt het document met de bronlocatie(s) aantoonbaar over aan de verantwoordelijke voor het (bouw)terrein.
- **Revisiepakket**
In het Revisiepakket worden opgenomen:
 - boorbeschrijving(en);
 - inbouw- en aanvulstaten, inclusief filterstelling;
 - locatietekening met bronnen (xy-coördinaten en afwerkhoogte t.o.v. NAP).

Eis 3a.6 Ontwikkel en test de bron(nen) zodanig dat deze op ontwerpcapaciteit zand en slibvrij water kan/kunnen leveren op voldoende capaciteit.

Toetsingskader:

- **Ontwikkelen**
Het maximaal te gebruiken ontwikkeldebiet is ten minste gedurende één of meer acties gelijk of groter dan de ontwerpcapaciteit. Tijdens het ontwikkelen wordt bijgehouden welke ontwikkelactie is gebruikt en welke waterhoeveelheden zijn onttrokken.
- **Testen**
Na ontwikkelen wordt de bron getest op capaciteit, zandhoudendheid en slibhoudendheid.
 - Voor meting van de zandhoudendheid wordt de procedure zandhoudendheidsmeting gevolgd uit het 'Protocol zand- en slibhoudendheidsmetingen' (BodemenergieNL, 2016). Dit protocol is te downloaden vanaf de website van SIKB (www.sikb.nl).



Meten zandhoudendheid.

- Voor controle van de slibhoudendheid staan in het 'Protocol zand- en slibhoudendheidsmetingen' twee methoden: de slibhoudendheidsmeting met een MFI-apparaat (Membraan Filter Index) en

de filterspuit-methode. De filterspuit methode geeft een indicatieve waarde. Als bij het ontwerp een specifieke MFI-waarde is opgenomen, dan is een MFI-meting nodig. Indien bij het ontwerp alleen toetsing op slibhoudendheid is opgenomen, dan kan ook volstaan worden met de filterspuit-methode.



Meting slibhoudendheid met een filterspuit.

- **Eis capaciteit**
Het specifieke debiet van de bron is bepaald met een capaciteitsproef en wordt vergeleken met het verwachte specifieke debiet uit de ontwerpfase. Het specifieke debiet wordt daarnaast beoordeeld op basis van de gerealiseerde filterstelling van de bron. Een lagere waarde dan in het ontwerp is reden voor afstemming met betrokken partijen.
- **Eis zandvrij water**
Het onttrokken water heeft een vastestofgehalte van maximaal 0,01 mg/l.
- **Eis slibhoudenheid**
De slibhoudendheid van het onttrokken water is aantoonbaar gecontroleerd.
- **Revisiepakket**
Het verslag van de ontwikkelacties wordt opgenomen in het Revisiepakket.
De resultaten van de tests op capaciteit, zandhoudendheid en slibhoudendheid worden opgenomen in het Revisiepakket.

Eis 3a.7 Installeer een goed functionerend, energiezuinig hydraulisch circuit

Toetsingskader:

- **Voorkom vervuiling tijdens aanleg en montage**
Voorkom vervuiling door
 - de terreinleiding tijdens verwerken te voorzien van eindkappen;
 - de montage uit te voeren volgens voorschriften van de fabrikant;
 - na aanleg van het hydraulisch circuit (of afgebakende losse delen daarvan) al het leidingwerk en alle appendages inwendig te spoelen en te reinigen van (bouw)vuil.

- **Voorkom luchtbell**

Voorkom luchtbell door het plaatsen van ontluchtingspunten op logische plekken, in ieder geval op de hoogste punten. In het veld worden hoogteverschillen in de terreinleidingen zo veel mogelijk vermeden.

- **Voorkomen condensvorming**

Voorkom condensvorming in inpannige ruimten en thermische verliezen, door het aanbrengen van dampdichte isolatie op alle inpannige leidingen.

- **Inbouw pompinstallatie**

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



Inbouw pomp.



Afgewerkte bron in putbehuizing.

- **Revisiepakket**

In het Revisiepakket zijn opgenomen:

- het principeschema van het systeem;
- de locatietekening met kabels, leidingen (WIBON, Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken), eventuele terreinafsluiters, ontluchters en kabelmoffen;
- werktekeningen;
- keurings- en ijkrapporten van bemetering;
- afpersrapportage of rapportage van druktesten;
- technische documentatie en inbouwvoorschriften van componenten.

Eis 3a.8 Zorg dat de regelinstallatie op een herleidbare wijze wordt geprogrammeerd

Toetsingskader:

- **Logboek tijdens programmeren**

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

- **Revisiepakket**

In het Revisiepakket is ten minste opgenomen:

- softwareomschrijvingen (RTO), inclusief aanpassingen;
- een defaultlijst van instelwaarden, inclusief wijzigingen lijst (fiat van booraannemer);
- versiebeheer van software;
- kasttekeningen;
- kabellijsten;
- status van calibreren/iijken van meetmiddelen;
- meterstanden registratie (per dag).

6.3 In bedrijf stellen, inregelen en testen

Eis 3a.9: Zorg voor een zorgvuldige inbedrijfstelling en test het bodemenergiesysteem aan de hand van een test- en beproevingsprotocol.

Toetsingskader:

- **Test- en beproevingsprotocol**

Voorafgaand aan het in bedrijf stellen is een test- en beproevingsprotocol opgesteld. Dit protocol omvat de hieronder beschreven acties en waarborgt een gestructureerde rapportage van de testresultaten.

- **In bedrijf stellen**

Bij inbedrijfstelling worden onderstaande activiteiten uitgevoerd:

- reinigen installatieonderdelen;
- visuele inspectie;
- testen van alle componenten op juiste montage, aansluiting en op functioneren;
- doormeten van de bekabeling;
- ontluchten en spoelen van alle leidingen met ten minste viermaal de natte inhoud van het systeem (met gebruikmaking van de spuileiding);
- spoelen van alle leidingen aan gebouwszijde (door/met derden) voor zover deze direct het bodemenergiesysteem kunnen beïnvloeden (koppeling met TSA);
- het beproeven van de sterkte en gas- en waterdichtheid van de installatieonderdelen.

- **Inregelen**

- hydraulisch inregelen en vervaardigen van keuringsrapporten;

- bij meerdere brondoubletten wordt het brondebiet per bron ingeregeld, waarbij de maximale afwijking van het brondebiet ten opzichte van het ontwerp minder dan 10% bedraagt. Bij een grotere afwijking moet dit als een afwijking van het ontwerp worden beoordeeld (zie eis 3a.4).
- regeltechnisch inregelen en vervaardigen van keuringsrapporten.
- **Testen en beproeven**
 - testen en beproeven van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem, inclusief beveiligingen en registratie en vervaardigen van keuringsrapporten;
 - testen van de koppeling tussen het ondergrondse en bovengrondse deel van het bodemenergiesysteem (inclusief beveiligingen en registratie) en het vervaardigen van keuringsrapporten;
 - (ondersteuning bij) testen van het functioneren totale bodemenergiesysteem binnen de gebouwinstallatie.
- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**
 - Er is voldaan aan de wettelijke eisen en randvoorwaarden bij inbedrijfstelling van het bodemenergiesysteem (bijvoorbeeld waterkwaliteitsanalyse, hydrologische veldproef en noteren van startwaarden van de monitoring).
- **Revisiepakket**

De hierboven genoemde keuringsrapporten en testresultaten zijn opgenomen in het Revisiepakket.

6.4 Oplevering en start beheer en onderhoud

Eis 3a.10

Beoordeel of het werk gereed is voor oplevering.

Toetsingskader:

- De projectleider beoordeelt of het gerealiseerde systeem gereed is voor oplevering en ingebruikname op grond van het volgende.
 - Uit de testresultaten blijkt dat het bodemenergiesysteem volgens de ontwerpuitgangspunten kan functioneren.
 - Het bodemenergiesysteem is voldoende beveiligd.
 - Het bodemenergiesysteem voldoet aan alle wettelijke eisen, en de registraties van het systeem voldoen aan de monitoringsvereisten.

Eis 3a.11

Zorg bij de oplevering voor overdracht van het Revisiepakket, inclusief het Beheer- en onderhoudsplan en het overzicht van vergunningen en meldingen.

Toetsingskader:

- **Revisiepakket**

Tijdens de realisatie zijn delen van het Revisiepakket al samengesteld:

 - Gegevens van de bronnen: zie eis 3a.5;
 - Gegevens van ontwikkelen en testen van de bronnen: zie eis 3a.6;
 - Gegevens van het hydraulische circuit: zie eis 3a.7;
 - Gegevens van de regelinstallatie: zie eis 3a.8;
 - Gegevens van inregelen en testen: zie eis 3a.9.
- **Beheer- en onderhoudsplan**

Het voorlopig beheer- en onderhoudsplan is in de detail-engineering opgesteld (zie eis 2a.9). Bij de oplevering is het beheer- en onderhoudsplan geactualiseerd en aangevuld met de verdeling van verantwoordelijkheden tussen de bovengronds beheerder en de onderhoudspartij van het ondergrondse deel. De inhoud van het plan is overeenkomstig eis 4a.2.

- **Overzicht vergunningen en meldingen**

Het overzicht van vergunningen en meldingen is bij het ontwerp opgesteld en is bij de voorbereiding van de realisatie geactualiseerd. Bij de oplevering is het overzicht opnieuw geactualiseerd en aangevuld. Alle ingediende aanvragen en afgegeven beschikkingen worden op gestructureerde wijze bewaard, en vormen onderdeel van het Revisiepakket.

In het Beheer- en onderhoudsplan staat vermeld welke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden bij het in bedrijf zijn van het systeem (monitoring, waterkwaliteitsanalyses, rapportages, etc.). Bij een installatie op gemeentegrond is er een uitleg of verwijzing naar acties of verplichtingen die voortkomen uit de WIBON (Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken) die de eigenaar van het systeem moet (laten) verzorgen.

- **Onderhouds- en bedieningsvoorschriften**

De bedieningsvoorschriften en onderhoudsbescheiden zijn toegevoegd aan het Revisiepakket.

- **Garantieverklaring**

In het Revisiepakket is een garantieverklaring opgenomen.

- **Overdracht Revisiepakket**

De projectleider kan aantonen dat het complete Revisiepakket is overgedragen aan de installateur van het bovengronds systeem en aan de opdrachtgever.

Eis 3a.12

Start de eerste beheer- en onderhoudsperiode

Toetsingskader:

- Het bedrijf voert gedurende twee jaar na oplevering het beheer en onderhoud uit, overeenkomstig de eisen van scope 4a.
Een bedrijf dat zelf niet erkend is voor scope 4a, moet het beheer en onderhoud gedurende deze twee jaar uitbesteden aan een bedrijf dat wel erkend is voor scope 4a.

7 Beheer en onderhoud open bodemenergiesystemen (scope 4a)

Het beheer en onderhoud van een bodemenergiesysteem is erop gericht om het systeem langdurig te laten functioneren overeenkomstig de ontwerpspecificaties. In dit hoofdstuk staan de eisen beschreven voor beheer en onderhoud van het ondergrondse deel van open bodemenergiesystemen.

De beheer- en onderhoudswerkzaamheden van het boven- en ondergrondse deel sluiten nauw op elkaar aan. Het is daarom essentieel de taken en verantwoordelijkheden goed af te stemmen. De taken en verantwoordelijkheden zijn als volgt verdeeld:

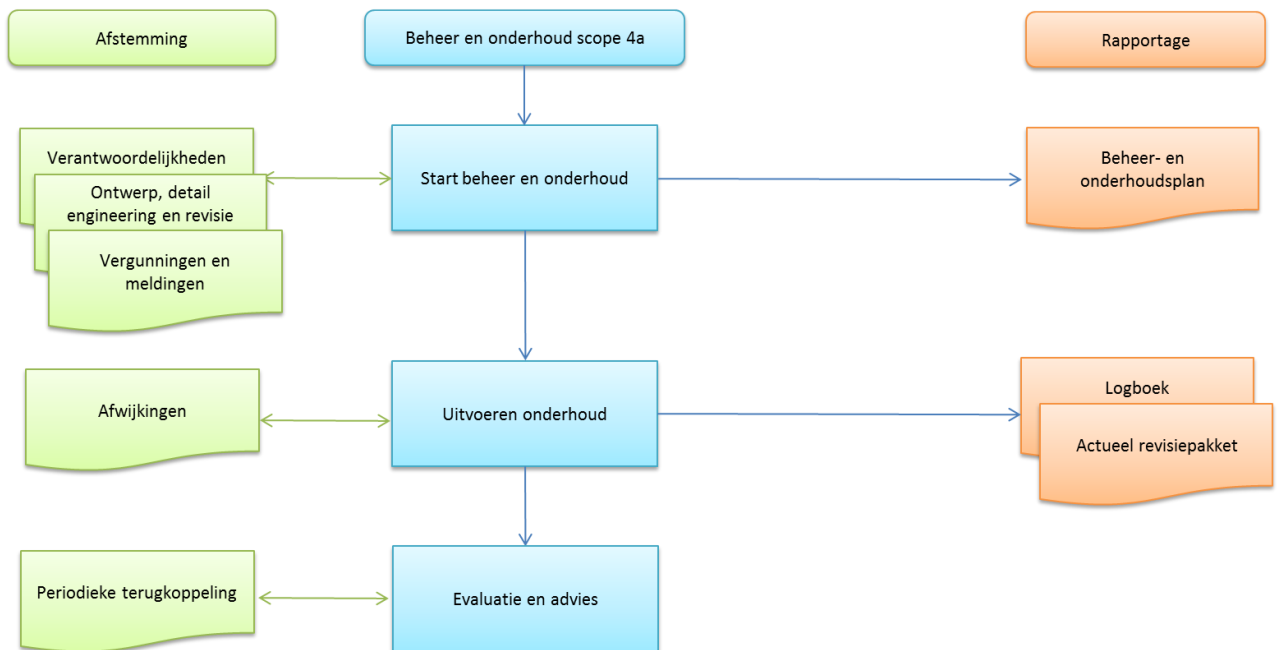
- **BRL 6000-21/00**
Het beheer van het bodemenergiesysteem als geheel wordt geborgd door het bedrijf dat erkend is onder BRL 6000-21/00: dit bedrijf is eindverantwoordelijk en zorgt voor het goed functioneren van het totale systeem door adequaat management. Bepaalde beheeraspecten van het bodemenergiesysteem vallen altijd onder BRL 6000-21/00, zoals het voldoen aan eisen aan de energiebalans en energiebeheer. Cruciaal is dat alle beheerstaken (boven- en ondergronds) uitgevoerd worden en geborgd zijn, de coördinatieverantwoordelijkheid ligt bij het bedrijf dat erkend is onder BRL 6000-21/00.
- **BRL SIKB 11000**
Voor de goede werking van het ondergronds deel van het bodemenergiesysteem is het BRL SIKB 11000 erkende bedrijf verantwoordelijk. Het gaat daarbij om het onderhoud van het ondergronds systeem en een aantal specifieke beheerstaken voor het ondergronds deel, bijvoorbeeld de eisen aan bronregeneratie en de controle op een goed technisch functioneren van componenten van het ondergronds deel. Het ondergronds beheer is complementair aan het beheer dat onder BRL 6000-21/00 valt.
- **Beide partijen moeten per project vastleggen:**
De taken en verantwoordelijkheden met betrekking tot wettelijke eisen worden verdeeld tussen de bovengrondse en de ondergrondse beheerder. Het gaat daarbij onder andere om eisen aan energiebalans, maximale waterverplaatsing en temperaturen, monitoring en rapportages, waterkwaliteitsanalyses, randvoorwaarden bij bronregeneratie, etc. Cruciaal is dat de verantwoordelijkheden voor alle wettelijke eisen zijn verdeeld en vastgelegd en worden geborgd: de coördinatieverantwoordelijkheid hiervan wordt nadrukkelijk bij het bedrijf dat erkend is onder BRL 6000-21/00 neergelegd.

Opmerking: De vergunninghouder is (bestuursrechtelijk) eindverantwoordelijk voor het voldoen aan wettelijke eisen.

Het beheer en onderhoud wordt uitgevoerd op basis van een Beheer- en onderhoudsplan. De eerste onderhoudsperiode omvat twee jaar, waarbij het van belang is dat de partijen die betrokken zijn bij de aanleg van de installatie ook betrokken zijn bij het beheer en onderhoud.

Het onderhoud omvat inspecties en metingen, preventieve en correctieve onderhoudswerkzaamheden, inclusief rapportages en het actueel houden van revisiedocumenten.

Het beheer omvat het periodiek evalueren van het functioneren van het systeem en het adviseren over de staat van de installatie en over mogelijkheden voor optimalisatie.



7.1 Start beheer en onderhoud

Eis 4a.1

Zorg in de gebruiksfase dat informatie van ontwerp, detail-engineering en het Revisiepakket beschikbaar is, en leg samen met de opdrachtgever en de beheerder van het bovengrondse deel afspraken en verantwoordelijkheden vast.

Toetsingskader:

- **Informatie beschikbaar**
De projectleider beschikt over het Ontwerpdocument, het document Detail-engineering en het Revisiepakket.
- **Overzicht wettelijke eisen en randvoorwaarden**
De projectleider beschikt over het (bijgewerkte) overzicht van vergunningen en meldingen, inclusief de ingediende aanvragen en afgegeven beschikkingen.
In het overzicht wordt opgenomen welke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden bij het in bedrijf zijn van het systeem (bijvoorbeeld monitoring van waterhoeveelheden, temperaturen, energiebalans en SPF, waterkwaliteitsanalyses, rapportages, etc.).
- **Vastleggen verantwoordelijkheden**
De projectleider kan aantonen dat verantwoordelijkheden met betrokken partijen zijn afgestemd en vastgelegd, namelijk:
 - de vergunninghouder Waterwet;
 - de verantwoordelijke voor het reageren op gebruikersklachten over het BES;
 - de beheerder energiecentrale BES (erkenningplichtig BRL 6000-21/00);
 - het beheer- en onderhoudsbedrijf voor het ondergronds deel (erkenningplichtig BRL 11000);
 - het onderhoudsbedrijf voor de gebouwinstallatie (niet erkenningplichtig);
 - het onderhoudsbedrijf energiecentrale BES (niet erkenningplichtig).De af te stemmen verantwoordelijkheden staan in tabel 4a-T7 in bijlage 1.
- **Verdeling werkzaamheden wat betreft voldoen aan wettelijke eisen**
De projectleider kan aantonen dat met betrokken partijen afspraken zijn gemaakt en vastgelegd over de verdeling van werkzaamheden voor:
 - het registreren en monitoring van gegevens ten behoeve van de vergunning of andere wettelijke eisen;
 - jaarrapportages aan bevoegd gezag (indien van toepassing);
 - evaluatierapportages aan bevoegd gezag (indien van toepassing).
- **Overige afspraken**
De projectleider kan aantonen dat bovendien met betrokken partijen afspraken zijn gemaakt en vastgelegd over de volgende zaken:
 - protocol voor storingsopvolging. Er is een meldnummer vastgelegd van de beheerder voor eventuele calamiteiten;
 - werkwijze bij geconstateerde afwijkingen ten opzichte van de vergunningen en de ontwerpuitgangspunten;
 - werkwijze bij benodigde vervanging, revisie en herstel en bij adviezen over mogelijkheden voor optimalisatie.

Eis 4a.2

Stel het Beheer- en onderhoudsplan op.

Toetsingskader:

- **Beheer- en onderhoudsplan: algemeen**

In het Beheer- en onderhoudsplan zijn vastgelegd:

- afspraken en verantwoordelijkheden (zie eis 4a.1);
- wettelijke eisen en randvoorwaarden (zie eis 4a.1).

- **Beheer- en onderhoudsplan: onderhoud**

In het Beheer- en onderhoudsplan is vastgelegd welke onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd (zie ook eis 4a.3 en 4a.4):

- inspecties en metingen;
- preventief onderhoud;
- correctief onderhoud, inclusief oorzakenanalyse;
- wijze van rapporteren van onderhoud.

- **Beheer- en onderhoudsplan: beheer (zie ook eis 4a.5)**

In het Beheer- en onderhoudsplan is vastgelegd hoe het bedrijf omgaat met

- periodiek evalueren van het functioneren van het systeem;
- optimalisatie van de regeling van het ondergrondse deel;
- het beheer van de bronnen, met aandacht voor bronverstopping;
- adviseren over de staat van de installatie en mogelijkheden voor optimalisatie;
- registratie, monitoring, jaarrapportages en evaluatierapportages aan het bevoegd gezag, voor zover dit behoort tot de afgesproken werkzaamheden van de beheerder van het ondergrondse deel.



Veldmeting bron.

- **Onderhoudsfrequentie en evaluatiemoment**

Tijdens de eerste twee jaar na oplevering inspecteert het bedrijf de installatie minimaal halfjaarlijks. Deze periode wordt afgesloten met een evaluatie waarbij het bedrijf een nieuwe onderhoudsfrequentie en een nieuw evaluatiemoment vaststelt.

7.2 Uitvoeren onderhoud

Eis 4a.3

Onderhoud het bodemenergiesysteem zodanig dat het systeem duurzaam de benodigde capaciteit kan leveren.

Toetsingskader:

- **Onderhoudswerkzaamheden**
Het bedrijf voert de inspecties en onderhoudswerkzaamheden uit overeenkomstig het Beheer- en onderhoudsplan.
- **Rapportages onderhoudswerkzaamheden**
Deze bestaan uit de volgende onderdelen:
 - inspectierapporten;
 - logboek;
 - actueel gehouden revisiedocumenten (zie eis 4a.4).
- **Eisen aan inspecties**
De periodieke inspecties bevatten minimaal de volgende onderdelen:
 - controle op functionaliteit van de hoofdcomponenten en van alle appendages;
 - bemeten van peilen, drukken, debieten en capaciteiten;
 - meggeren van voedingskabels van pompen;
 - bij open bodemenergiesystemen: controle van het specifieke debiet van elke bron.
 - visueel opnemen van de staat van alle (zichtbare) materialen tijdens een onderhoudsinspectie. Eventuele gebreken of indicaties op gebreken worden gerapporteerd;
 - dichtheidsbeproeving, door de installatie op druk te zetten (drukhandhaving).
- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**
In het Beheer- en onderhoudsplan staat vermeld welke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden bij het in bedrijf zijn van het systeem, en wie daarvoor verantwoordelijk is. De projectleider kan aantonen dat voldaan wordt aan de eisen waarvoor hij verantwoordelijk is.
Bij de onderhoudsspui is gecheckt welke eisen gelden voor lozing van het spuiwater.
Bij bronregeneratie is gecheckt welke eisen gelden voor mechanische en chemische bronregeneratie.
- **Tijdige bronregeneratie**
Als het specifiek debiet van een bron is gedaald tot 50 à 75% van de waarde bij oplevering, meldt het bedrijf dit (schriftelijk) bij de beheerder. Het bedrijf vermeldt en onderbouwt welke bronregeneratie nodig is.
Toelichting: Als het specifiek debiet verder terugloopt tot onder 50 à 75% van de waarde van oplevering, bestaat de kans dat de bron irreversibel verstopt raakt.
- **Gebreken, afwijkingen en storingen**
Het bedrijf houdt gebreken, afwijkingen en storingen bij in een logboek. De projectleider voert periodiek een oorzakenanalyse uit, waarbij het falen van een component of van het totale systeem wordt verklaard. De projectleider beoordeelt de consequenties van gebreken en afwijkingen, bepaalt of aanpassingen nodig zijn, en zorgt voor afstemming met de beheerder. Bij ernstige afwijkingen doet hij dit (ook) schriftelijk.

Eis 4a.4

Zorg voor bijwerken van het Revisiepakket bij aanpassingen, vervanging, revisie of herstel van componenten.

Toetsingskader:

- Materialen die zijn vervangen, gereviseerd of hersteld, staan vermeld in het logboek.
- De revisiegegevens zijn bijgewerkt overeenkomstig de huidige staat van de installatie.
- Aanpassingen in defaultwaarden van instellingen zijn bijgehouden in een logboek.
- Aanpassingen van software zijn gedocumenteerd en het versiebeheer van de software is bijgehouden.

7.3 Evaluatie en advies

Eis 4a.5

Zorg voor periodieke evaluatie over het functioneren van het systeem en adviseer over de staat van de installatie en mogelijkheden voor optimalisatie.

Toetsingskader:

- De projectleider zorgt voor periodieke terugkoppeling aan de beheerder over het functioneren van het systeem. Na twee jaar sluit de projectleider de eerste onderhoudsperiode af met een evaluatie, waarbij in overleg met de beheerder een nieuwe onderhoudsfrequentie en een nieuw evaluatiemoment wordt vastgesteld. De evaluatie wordt schriftelijk vastgelegd.
- De evaluatie omvat onder meer een vergelijking tussen het functioneren van het systeem en de ontwerpspecificaties. Ook vindt een oorzakenanalyse plaats van gebreken, afwijkingen en storingen. Het rapport bevat advies over eventuele optimalisatie.
- Bij de evaluatie wordt getoetst of het systeem binnen de wettelijke eisen en randvoorwaarden functioneert, voor zover dit behoort tot de afgesproken werkzaamheden van de beheerder van het ondergrondse deel.

Deel B Gesloten bodemenergiesystemen

8 Ontwerp gesloten bodemenergiesystemen (scope 1b)

Een goed ontwerp is de basis van een goed werkend bodemenergiesysteem. Dit hoofdstuk gaat over het (geohydrologisch) ontwerp van een gesloten bodemenergiesysteem. In dit hoofdstuk staat welke stappen het bedrijf doorloopt, welke gegevens het verzamelt, welke afstemming nodig is en hoe het bedrijf het ontwerp vastlegt in een 'Ontwerpdocument'.

In de ontwerpfase checkt het bedrijf de haalbaarheid van het systeem en borg het dat aan alle wettelijke eisen wordt voldaan. Het ontwerp van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem sluit aan bij het bovengrondse deel van de installatie en houdt rekening met de lokale situatie, met de omgeving en met de geohydrologische omstandigheden.

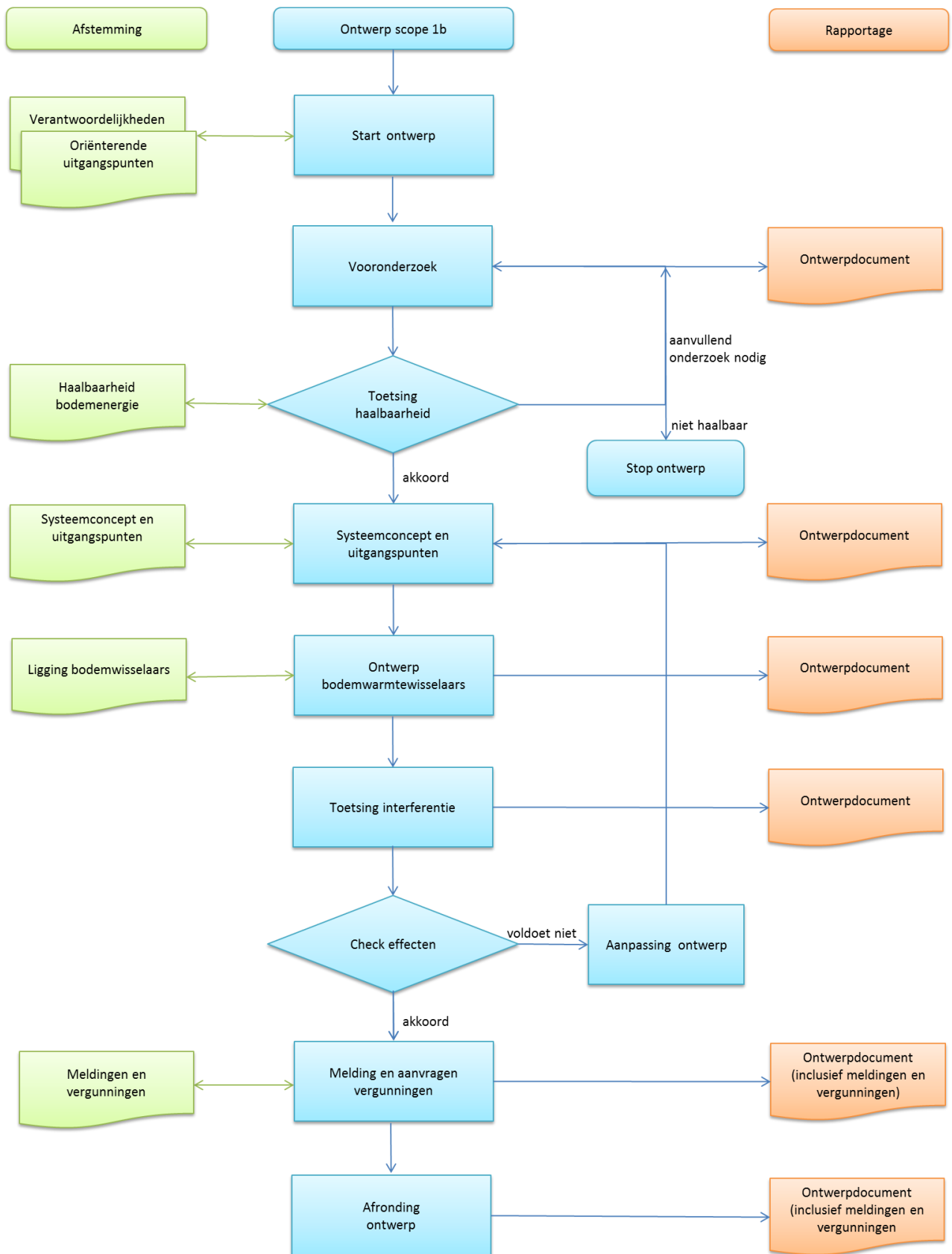
Het bedrijf doorloopt het ontwerpproces samen met de ontwerper van het bovengrondse deel.

Dit protocol beschrijft de processtappen bij het ontwerp, zie het schema op de volgende bladzijde. De volgorde van processtappen kan in praktijk afwijken, als aan het einde van het ontwerpproces alle stappen maar wel zijn doorlopen. Soms is het nodig (een deel van) dit proces opnieuw te doorlopen, bijvoorbeeld bij het optimaliseren van het ontwerp.

BRL 6000-21/00 stelt aangepaste eisen aan het ontwerp voor een gesloten bodemenergiesysteem voor een individuele woning. Het gaat hierbij om een individuele wooneenheid met een individuele ondergrondse en een individuele bovengrondse installatie. Ook in dit Protocol 11001 gelden soms aangepaste eisen bij individuele woningen.

Resultaat van het ontwerp is het Ontwerpdocument. Dit kan één document zijn, maar het kan ook bestaan uit meerdere documenten, zoals de vergunningaanvraag of melding, aangevuld met overige vereiste onderdelen uit dit protocol.

De projectleider, zoals omschreven in BRL SIKB 11000, is verantwoordelijk voor het Ontwerpdocument. De projectleider noemen we in dit hoofdstuk 'ontwerper'.



8.1 Start ontwerpproces

Eis 1b.1

Leg aan het begin van het ontwerpproces samen met de bovengronds ontwerper de verantwoordelijkheden en de oriënterende uitgangspunten vast.

Toetsingskader:

- De ontwerper kan aantonen dat de verantwoordelijkheden en de oriënterende uitgangspunten met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn afgestemd.
- De verantwoordelijkheden die ten minste worden afgestemd, staan in tabel 1b-T1 in bijlage 2.
- De oriënterende uitgangspunten die ten minste worden afgestemd, staan in tabel 1b-T2 in bijlage 2. Bij het vooronderzoek wordt uitgegaan van deze oriënterende uitgangspunten.

8.2 Vooronderzoek en toetsing haalbaarheid

Eis 1b.2

Zorg voor inzicht in wettelijke eisen en beleid voor het bodemenergiesysteem.

Toetsingskader:

- In het Ontwerpdocument staat beschreven welk specifiek beleid geldt voor de locatie en of voor de locatie specifieke eisen zijn gesteld door provincie, waterbeheerder of gemeente.
- In het Ontwerpdocument staat een overzicht van de benodigde vergunningen en meldingen, inclusief proceduretermijnen en toewijzing van verantwoordelijkheden.
- Indien een aanvraag Obm wordt opgesteld, is ten minste eenmaal vooroverleg gevoerd met het bevoegd gezag (vastgelegd als telefoonnotitie, e-mail of in een besprekingsverslag). Het vooroverleg vindt plaats tijdens het vooronderzoek of later in het ontwerptraject.

Toelichting wettelijke eisen en beleid

De wettelijke eisen voor het aanleggen en gebruiken van een gesloten bodemenergiesysteem zijn opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving (par. 4.111, art. 4.1135 t/m 4.1147a).

Daarnaast geldt het algemeen wettelijk kader; voor gesloten bodemenergiesystemen is onder andere de volgende wet- en regelgeving van belang:

- Besluit bodemkwaliteit;
- (provinciale) omgevingsverordeningen, waterschapsverordeningen en omgevingsplannen van de gemeenten.

In specifieke gevallen zijn ook andere eisen regels van de omgevingswetgeving van belang, bijvoorbeeld de regels over beperkingen gebied activiteiten met betrekking tot (spoor)wegen en waterstaatswerken, natura 2000-activiteiten of flora- en fauna-activiteiten. Deze wetgeving wordt bij het ontwerp betrokken, als op basis van de ligging van de locatie redelijkerwijs kan worden verwacht dat deze wetgeving van toepassing is.

Het beleid is vastgelegd in diverse beleidsplannen van provincie, gemeente en waterbeheerder.

Specifiek beleid of specifieke eisen voor de locatie zijn onder andere:

- interferentiegebied/masterplan;
- beschermingsgebieden (drinkwaterbeschermingsgebieden, beschermingsgebieden op basis van de keur, zones langs rijkswegen of spoorwegen);
- regelgeving met betrekking tot de energiebalans.

Eis 1b.3

Zorg voor inzicht in de lokale situatie, de omgeving en de geohydrologische situatie.

Toetsingskader:

- In het Ontwerpdocument staan alle relevante gegevens beschreven over de lokale situatie, de omgeving en de geohydrologische situatie.

De volgende gegevens worden in het vooronderzoek verzameld:

Lokale situatie

- maaiveldhoogte
- eigendomssituatie
- terreintekening
- aanwezige bodemverontreiniging op de locatie

Omgeving

- onttrekkingen, open en gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving (straal 100 à 200 m) (*)

De genoemde reikwijdtes voor inventarisatie (*) gelden als richtlijn, de reikwijdte is afhankelijk van de situatie.

Geohydrologische situatie

- bodemopbouw (karakterisering en schematisering van de ondergrond)
- bodemthermische parameters (warmtegeleidingscoëfficiënt en warmtecapaciteit)
- freatische grondwaterstanden en stijghoogten in de watervoerende lagen
- grondwaterstroming en -richting in de watervoerende lagen (voor zover relevant)
- bodemtemperatuur (in relatie tot de diepte)

Informatiebronnen:

De gegevens kunnen o.a. worden opgevraagd bij:

- de opdrachtgever
- de gemeente of omgevingsdienst
- de provincie
- de waterbeheerder
- DINOloket.nl
- NHI (Nationaal Hydrologisch Instrumentarium)
- WKOtool.nl (**)
- Bodemloket.nl (**)

*De via internet verkregen gegevens (**) kunnen onvolledig zijn, en zijn daarom alleen bruikbaar voor een eerste scan van beschikbare informatie.*

Eis 1b.4

Beoordeel de ondergrondse haalbaarheid en benoem specifieke aandachtspunten en risico's.

Toetsingskader:

- In het Ontwerpdocument is de haalbaarheid van het bodemenergiesysteem beoordeeld ten aanzien van bodemgeschiktheid, omgevingsaspecten, wettelijke eisen en beleid.
- In het Ontwerpdocument staan de specifieke aandachtspunten en risico's beschreven. De aspecten die in ieder geval worden beschouwd, staan in tabel 1b-T3 in bijlage 2.
- De ontwerper beoordeelt of de beschikbare gegevens voldoende zijn om de aandachtspunten en risico's voldoende te beoordelen. Wanneer de ontwerper aanvullend onderzoek noodzakelijk acht, dan beschrijft hij de noodzaak en het doel van het aanvullend onderzoek.

- De ontwerper kan aantonen dat de haalbaarheid, inclusief de specifieke aandachtspunten en risico's en eventuele noodzaak voor aanvullend onderzoek, met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn gecommuniceerd (en indien van toepassing, aan de opdrachtgever).

8.3 Systeemconcept en uitgangspunten

Eis 1b.5

Leg het systeemconcept en de uitgangspunten vast samen met de ontwerper van het bovengrondse deel.

Toetsingskader:

- De projectleider beschikt over het programma van eisen, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 4.3). De eisen werken door in het ontwerp van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem.
- De ontwerper beschikt over de beschrijving van het systeemconcept, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel. Volgens BRL 6000-21/00 (paragraaf 3.3.1) bestaat de beschrijving van het bovengronds systeemconcept uit de volgende onderdelen:
 1. een opsomming van de hoofdcomponenten van de energiecentrale;
 2. een beschrijving van de functionaliteit van de hoofdcomponenten van de energiecentrale;
 3. een opgave van de verdeling van de vermogens van de energiecentrale
 - a. tijdens ontwerpcondities voor warmtelevering aan de gebouwinstallatie, en
 - b. tijdens ontwerpcondities voor koudelevering aan de gebouwinstallatie;
 4. een opgave van het aandeel energielevering van de hoofdcomponenten van de energiecentrale op jaarbasis;
 5. een concrete beschrijving van de eisen en randvoorwaarden voor de energiecentrale, waarbij mag worden verwezen naar (specifieke delen van) andere documenten;
 6. de waarde van de te verwachten SPF_{BES} .
- In het Ontwerpdocument staat het ondergrondse deel van het systeemconcept beschreven. De ontwerper kan aantonen dat het systeemconcept van het ondergrondse deel integraal aansluit op het systeemconcept van het bovengrondse deel.
- In het Ontwerpdocument zijn de uitgangspunten voor het ontwerp opgenomen. De uitgangspunten die ten minste worden vastgesteld voor een individuele woning staan in tabel 1b-T4-klein in bijlage 2. Voor overige gesloten systemen geldt tabel 1b-T4-groot in bijlage 2.
- De ontwerper kan aantonen dat rekening is gehouden met:
 - de aandachtspunten en risico's vanuit het vooronderzoek;
 - wettelijke eisen aan energiebalans en temperaturen;
 - vermogen voor verwarming (verdampervermogen warmtepomp) en koeling;
 - duur van de pieklasten;
 - variatie in jaarlijkse warmte- en koudevraag;
 - eventuele sturingsmogelijkheden voor de energiebalans.
- De ontwerper kan aantonen dat de uitgangspunten met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn gecommuniceerd en zijn goedgekeurd.

Opmerking:

Er is sprake van een herontwerp van een bestaand bodemenergiesysteem, zodra er componenten worden bijgeplaatst en/of vervangen waarbij het systeemconcept of de uitgangspunten uit paragraaf 8.3 worden aangepast. Als de installatie niet wijzigt, maar de energievraag wel duidelijk anders blijkt te zijn dan het oorspronkelijke ontwerp uitgangspunt, kan een herontwerp ook nodig zijn..

8.4 Ontwerp bodemwarmtewisselaar(s)

Eis 1b.6 Ontwerp bodemwarmtewisselaar(s) die duurzaam de benodigde capaciteit kunnen leveren.

Toetsingskader:

- **Vastleggen ontwerp**

In het Ontwerpdocument is het ontwerp van de wisselaar(s) vastgelegd. Daarbij zijn in ieder geval benoemd:

- het vermogen voor verwarming (verdampervermogen warmtepomp) en het koelvermogen inclusief eventuele duur van de pieklast;
- het jaarlijkse profiel van warmte- en koudelevering (inclusief energiebalans/ koudeoverschot);
- de diepte en diameter van de wisselaar(s);
- het aantal wisselaars, onderlinge afstand en configuratie;
- het warmtegeleidingsvermogen van de bodem in het dieptetraject van de wisselaar(s);
- het warmtegeleidingsvermogen van het vulmateriaal rondom de wisselaar(s);
- het circulatiemedium: keuze, soort en concentratie van antivriesmiddel;
- het debiet (per wisselaar en totaal);
- het drukverlies in een individuele wisselaar.

- **Eisen en randvoorwaarden**

Tijdens het vooronderzoek zijn aandachtspunten en risico's benoemd wat betreft bodemgeschiktheid, omgevingsbelangen en wettelijke eisen en beleid. In het Ontwerpdocument staat beschreven welke eisen en randvoorwaarden hieruit volgen. De ontwerper kan aantonen dat in het ontwerp rekening is gehouden met deze aspecten.

- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**

In het Ontwerpdocument staat vermeld welke specifieke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden voor de bodemwarmtewisselaar(s).

Als er een masterplan of interferentiegebied geldt voor de locatie, dan is het document opgevraagd door de ontwerper en zijn de eisen en randvoorwaarden voor het ontwerp nagegaan.

- **Omgevingsbelangen**

Als er sprake is van omgevingsbelangen die een aandachtspunt of risico inhouden, dan verzamelt het bedrijf verdere gegevens die noodzakelijk zijn voor het ontwerp. Het bedrijf gaat bijvoorbeeld de (gerealiseerde) bronconfiguratie na van nabijgelegen bodemenergiesystemen. In het Ontwerpdocument staat beschreven welke eisen en randvoorwaarden hieruit volgen. De ontwerper kan aantonen dat in het ontwerp rekening is gehouden met deze aspecten.

- **Beschikbare ruimte**

Het beschikbare oppervlak voor plaatsing van de bodemwisselaar(s) is nagegaan en is opgenomen in het Ontwerpdocument.

- **Diepte en diameter wisselaar, circulatiemedium en debiet → drukverlies**

Er is een onderbouwde keuze gemaakt voor de diepte en diameter van de wisselaar, in combinatie met het circulatiemedium en het maximale debiet. Het drukverlies is bepaald bij een maximaal debiet voor een individuele warmtewisselaar, inclusief vermelding van de aangehouden leidingweerstand. Het drukverlies in een individuele warmtewisselaar moet beperkt zijn tot maximaal 80% van de maximale opvoerhoogte van de verdamper-/bronnepomp.

- **Ontwerpberekening aantal wisselaars en configuratie**

Het aantal wisselaars en de configuratie wordt bepaald met de berekeningsmethode uit ISSO 73 of met ontwerpberekeningen met EED (Earth Energy Designer) of gelijkwaardig (Ghlepro, DST, SBM).

In het Ontwerpdocument staan de ontwerpberekeningen beschreven:

- de gebruikte berekeningsmethode of het gebruikt modelpakket;
- de aangehouden uitgangspunten/modelinput;

- de aangehouden randvoorwaarden;
- berekeningsresultaten.
- **Randvoorwaarden ontwerpberekening**
De ontwerper houdt ten minste rekening met:
 - een minimale leveringsduur van 25 jaar;
 - de retourtemperatuur van het medium: minimaal $>-3^{\circ}\text{C}$ en maximaal $+30^{\circ}\text{C}$ (met retourtemperatuur wordt bedoeld de temperatuur van de circulatievloeistof die de bodem in gaat);
 - het voorkómen van bevriezing van de bodem gedurende het in bedrijf zijn.
- **Toetsing ligging wisselaar(s)**
De ontwerper kan aantonen dat de ligging van de wisselaar(s) is getoetst op inpasbaarheid, bereikbaarheid en eigendomsrechten. Dit houdt in dat:
 - gecontroleerd is dat de locaties daadwerkelijk bereikbaar zijn met het benodigde boormaterieel;
 - aantoonbaar is gemaakt dat de aanwezige ondergrondse infrastructuur (kabels en leidingen, funderingen, bouwwerken, etc.) het boren van de wisselaars op de gespecificeerde locatie toelaat;
 - aantoonbaar is bepaald wie eigenaar is van het perceel waarop de wisselaar(s) wordt geboord en dat de eigenaar aantoonbaar heeft ingestemd met het realiseren en in stand houden van de wisselaar op deze locatie.
- **Communicatie ligging wisselaar(s)**
De ontwerper kan aantonen dat de ligging van de wisselaar(s) ter toetsing is voorgelegd aan de opdrachtgever en dat de opdrachtgever deze heeft goedgekeurd.

8.5 Toetsing op interferentie

Eis 1b.7

Beoordeel of het gesloten systeem niet leidt tot nadelige interferentie met andere bodemenergiesystemen.

Toetsingskader:

- **Methode toetsen interferentie**
In het vooronderzoek zijn de open en gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving geïnventariseerd. Ook is in het vooronderzoek beoordeeld of deze systemen een risico of aandachtspunt vormen in verband met interferentie. Indien dit het geval is, dan wordt de toetsing op interferentie hier nader uitgewerkt.
Een beslisboom is opgenomen in BUM BE deel 2 (bijlage 2 en bijlage 5).
- **Nadelige interferentie**
Interferentie tussen bodemenergiesystemen is nadelig indien het doelmatig functioneren van de betrokken systemen kan worden geschaad. De toetsingscriteria hiervoor staan opgenomen in BUM BE deel 2.
- **Toetsingsmethode tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen < 70 kW**
Voor toetsing van de interferentie tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen met een bodemzijdig vermogen < 70 kW kan de ontwerper gebruikmaken van BUM BE deel 2, bijlage 2.
- **Thermische effectberekeningen overige bodemenergiesystemen**
In een aantal gevallen zijn thermische effectberekeningen nodig voor beoordeling van interferentie, zie eis 1b.8.
- **Beoordeling interferentie**
De ontwerper kan aantonen dat is getoetst op nadelige interferentie en dat het ontwerp hierop als akkoord is beoordeeld. Indien toch nadelige interferentie is berekend, dan stemt het bedrijf dit af

met de belanghebbende(n) en/of het bevoegd gezag. Als nadelige interferentie niet acceptabel is voor de belanghebbende(n) en/of bevoegd gezag, dan is aanpassing van de uitgangspunten of van het bronontwerp noodzakelijk (opnieuw doorlopen van (een deel van) het proces).

- **Communicatie**

De ontwerper kan aantonen dat, indien de effecten niet voldoen, de stand van zaken en de benodigde ontwerp-aanpassingen met de ontwerper van de bovengrondse installatie en de opdrachtgever zijn gecommuniceerd en zijn goedgekeurd.

Eis 1b.8

Bepaal (indien nodig) de verwachte thermische effecten van het bodemenergiesysteem.

Toetsingskader:

- **Rapportage effectbepaling**

In het Ontwerpdocument staat de effectbepaling beschreven:

- gebruikte berekeningsmethode/modelpakket;
- aangehouden uitgangspunten en modelschematisatie;
- berekeningsresultaten.

- **Berekeningsmethode**

De gebruikte berekeningsmethode of het gebruikte modelpakket is aantoonbaar geschikt voor de uit te voeren effectbepaling, wat blijkt uit de referentiedocumenten van het modelpakket of uit een gedocumenteerde verificatieberekening door de gebruiker. Voorbeelden van geschikte modelpakketten/methoden voor thermische effecten zijn HST3D, Tough, Modflow/SEAWAT en Feflow.

- **Uitgangspunten en modelschematisatie**

De thermische effectberekening wordt gebaseerd op de gemiddelde situatie van koude- en warmtelevering (inclusief een eventueel gemiddeld koude-overschot); de effecten worden bepaald voor ten minste 25 jaar. De aangehouden modelschematisatie en de gebruikte modelparameters zijn herleidbaar uit de gegevens van het vooronderzoek.

- **Berekeningsresultaten**

De volgende berekeningsresultaten worden beschreven:

- thermische effecten: veranderingen in de grondwatertemperatuur in de omgeving na 25 jaar en verloop van de onttrekkingstemperatuur in de loop van het seizoen gedurende 25 jaar.

8.6 Melding, vergunningaanvraag en afronding ontwerp

Eis 1b.9

Zorg voor de benodigde meldingen en vergunningaanvragen voor de aanleg en het in bedrijf hebben van een gesloten bodemenergiesysteem, en zorg voor (de voorbereiding van) eventuele andere vergunningaanvragen en meldingen.

Toetsingskader:

- De melding voor het bodemenergiesysteem in het kader van de Wet Milieubeheer (systemen binnen inrichtingen) of de Wet Bodembescherming (systemen buiten inrichtingen) is opgesteld en ingediend.
- Voor systemen groter dan 70 kW of voor systemen in interferentiegebieden is een aanvraag Obm (Omgevingsvergunning beperkte milieutoets) opgesteld en ingediend in het kader van de Wabo (Wet algemene bepalingen omgevingsrecht).
- De bevestiging van meldingen en de verkregen vergunning is verstrekt aan de bovengronds ontwerper, de opdrachtgever en de vergunninghouder. De melding, de vergunningaanvraag en de beschikking maakt onderdeel uit van het Ontwerpdocument. Dat geldt ook voor overige vergunningaanvragen en meldingen.

- Bij het vooronderzoek is een overzicht opgesteld van benodigde vergunningen en meldingen, inclusief proceduretermijnen en toewijzing van verantwoordelijkheden. Sommige vergunningen of meldingen (anders dan de hierboven genoemde vergunning en/of melding voor aanleg en in bedrijf hebben van een gesloten bodemenergiesysteem), kunnen pas in een later stadium worden aangevraagd. De ontwerper is aantoonbaar nagegaan, dat voor het verkrijgen van de overige benodigde vergunningen of meldingen in principe geen belemmeringen bestaan.
Opmerking: Indien de ondergronds ontwerper niet zelf verantwoordelijk is voor het aanvragen van een vergunningen of melding, dan moet de ondergronds ontwerper zich wel op de hoogte stellen van de mogelijkheden voor toestemming.
- Indien een aanvraag Obm wordt opgesteld, dan is tijdens het ontwerpproces ten minste eenmaal vooroverleg gevoerd met het bevoegd gezag (vastgelegd als telefoonnotitie, e-mail of in een besprekingsverslag). Het vooroverleg vindt plaats tijdens het vooronderzoek of later in het ontwerptraject (overeenkomstig eis 1b.2).

Eis 1b.10

Draag het Ontwerpdocument over bij afronding van het ontwerp

Toetsingskader:

- De ontwerper kan aantonen dat het complete Ontwerpdocument (inclusief het overzicht van vergunningen en meldingen) is overgedragen aan de ontwerper van het bovengrondse deel en aan de opdrachtgever.
- Als bij de opdrachtvorming is afgesproken dat aan andere partijen wordt gerapporteerd, dan wordt het Ontwerpdocument aan deze partijen overgedragen.

9 Detail-engineering gesloten bodemenergiesystemen (scope 2b)

De detail-engineering volgt na het ontwerp. In de detail-engineering wordt het ontwerp verder uitgewerkt. In dit hoofdstuk staat welke stappen het bedrijf doorloopt, welke gegevens het verzamelt, welke afstemming nodig is en hoe het bedrijf de detail-engineering vastlegt in het document 'Detail-engineering'.

Bij de detail-engineering maakt het bedrijf een uitwerking van de bodemwarmtewisselaars, het hydraulische circuit en de regeling en automatisering. De detail-engineering van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem sluit aan bij het bovengrondse deel van de installatie en houdt rekening met uitvoeringsaspecten en wettelijke eisen.

Het bedrijf doorloopt de detail-engineering samen met de ontwerper van het bovengrondse deel. Bij het bovengrondse deel hoort de detail-engineering bij de ontwerpfase.

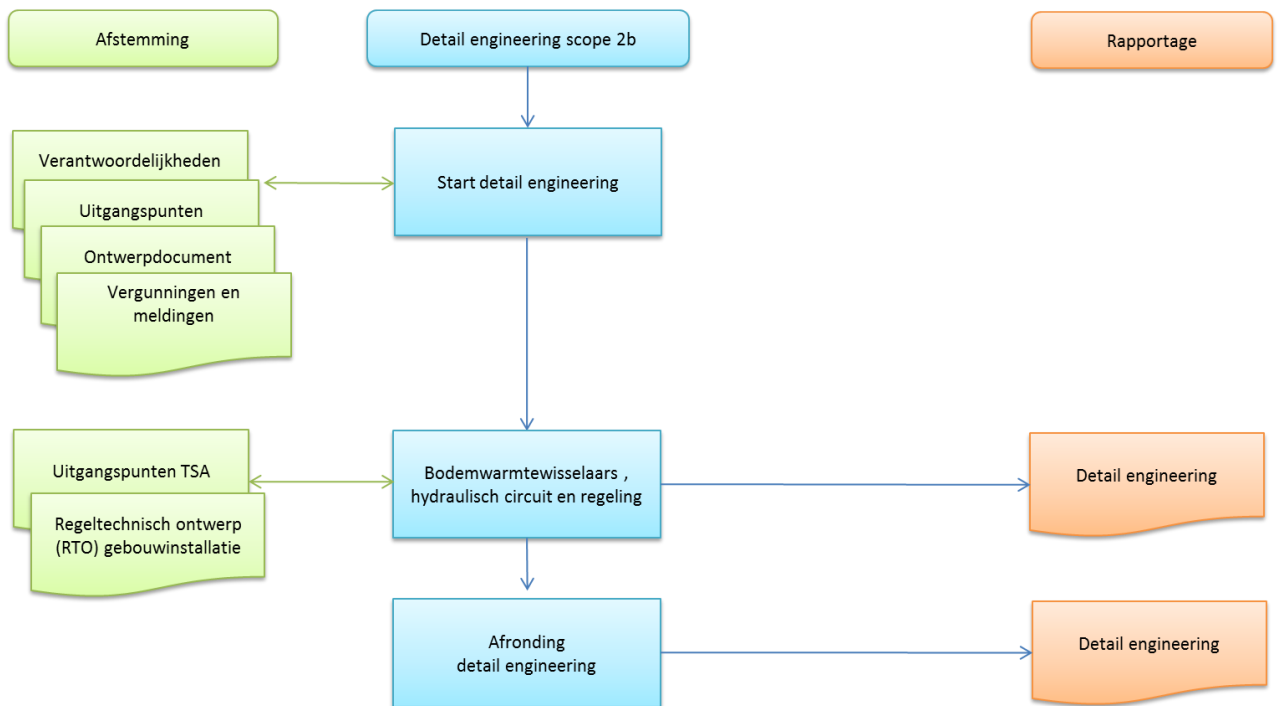
Dit protocol beschrijft de processtappen bij detail-engineering; zie het schema op de volgende bladzijde. De volgorde van processtappen kan in de praktijk afwijken, als aan het einde van het detail-engineering alle stappen maar wel zijn doorlopen.

De detail-engineering resulteert in de selectie van specifieke componenten en een nauwkeurige uitwerking van de samenstelling van onderdelen. Een goed werkend bodemenergiesysteem bestaat uit de juiste geselecteerde componenten, die binnen de totale installatie als geheel goed functioneren.

BRL 6000-21/00 stelt aangepaste eisen aan het ontwerp van een gesloten bodemenergiesysteem voor een individuele woning. Het gaat hierbij om een individuele wooneenheid met een individuele ondergrondse en een individuele bovengrondse installatie. Ook in dit protocol gelden soms aangepaste eisen bij individuele woningen.

Resultaat van de detail-engineering is het document Detail-engineering. Dit kan één document zijn, maar het kan ook bestaan uit meerdere documenten. Het Regeltechnisch Ontwerp (RTO) is een vast onderdeel van het document Detail-engineering.

De projectleider, zoals omschreven in BRL SIKB 11000, is verantwoordelijk voor het document Detail-engineering.



9.1 Start detail-engineering

Eis 2b.1

Zorg dat de informatie uit de ontwerpfase beschikbaar is, en leg samen met de bovengronds ontwerper de verantwoordelijkheden en de uitgangspunten vast.

Toetsingskader:

- De projectleider beschikt over het Ontwerpdocument van het ontwerp, inclusief de al eerder afgestemde verantwoordelijkheden.
- De projectleider beschikt over het (bijgewerkte) overzicht van vergunningen en meldingen, inclusief de ingediende aanvragen en afgegeven beschikkingen.
- De projectleider beschikt over het programma van eisen, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 4.3).
- De projectleider beschikt over de beschrijving van het systeemconcept, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 3.3.1, ook beschreven in eis 1b.5).
- De projectleider stelt bij de start van de detail-engineering de beoogde levensduur van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem vast. Standaard geldt dat de detail-engineering van hoofdcomponenten uitgaat van een minimale levensduur van 10 jaar en voor constructieve delen minimaal 50 jaar, tenzij anders is overeengekomen. De projectleider kan aantonen dat een afwijkende beoogde levensduur schriftelijk is afgestemd met de opdrachtgever en de ontwerper van het bovengrondse deel.
- De projectleider kan aantonen dat bij de start van de detail-engineering de verantwoordelijkheden en de uitgangspunten met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn nagelopen en zo nodig geactualiseerd.
- De verantwoordelijkheden die ten minste worden nagelopen, staan in tabel 1b-T1 in bijlage 2, deze verantwoordelijkheden waren bij eis 1b.1 vastgelegd. De uitgangspunten die ten minste worden nagelopen, staan in tabel 1b-T4-klein of tabel 1b-T4-groot in bijlage 2; deze uitgangspunten waren bij eis 1b.5 vastgelegd.

9.2 Bodemwarmtewisselaars, hydraulisch circuit en regeling

Eis 2b.2

Leg de uitgangspunten voor de detail-engineering vast samen met de ontwerper van het bovengrondse deel.

Toetsingskader voor systemen in een individuele woning:

- In het document Detail-engineering staan de uitgangspunten voor de detail-engineering opgenomen. De uitgangspunten die in ieder geval zijn vastgesteld, staan in tabel 2b-T5-klein in bijlage 2. De ontwerper kan aantonen dat de uitgangspunten met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn afgestemd en goedgekeurd.
- De projectleider beschikt over de (voorlopige) beschrijving van het ontwerp, opgesteld door de ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 3.3.2). Uit deze beschrijving is relevant:
 - een beschrijving van de hydraulische schakeling met tekening.

Toetsingskader voor overige gesloten systemen:

- In het document Detail-engineering staan de uitgangspunten voor de detail-engineering opgenomen. De uitgangspunten die in ieder geval zijn vastgesteld, staan in tabel 2b-T5-groot en in tabel 2b-T6-groot in bijlage 2. De ontwerper kan aantonen dat de uitgangspunten van het hydraulisch circuit met de ontwerper van de bovengrondse installatie zijn afgestemd en goedgekeurd.

- De projectleider beschikt over de (voorlopige) beschrijving van het ontwerp, opgesteld door ontwerper van het bovengrondse deel (zie BRL 6000-21/00, paragraaf 3.3.2). Uit deze beschrijving zijn relevant:
 - een beschrijving van de hydraulische schakeling met tekeningen en schema's;
 - een rapport waarin wordt aangetoond dat het bodemenergiesysteem bij elke mogelijke deellast-situatie goed functioneert;
 - een gestructureerde beschrijving van de functionaliteit van de energiecentrale, met de bedrijfs-situaties van de energiecentrale.

Eis 2b.3

Ontwerp een goed functionerend, energiezuinig hydraulisch circuit met bodemwarmtewisselaar(s), waarmee de benodigde capaciteit duurzaam geleverd kan worden.

Toetsingskader:

- **Vastleggen detail-engineering**

In het document Detail-engineering is de detail-engineering van het hydraulisch circuit met de bodemwarmtewisselaar(s) vastgelegd:

- het vermogen voor verwarming (verdampervermogen warmtepomp) en het koelvermogen, inclusief de eventuele duur van de pieklast;
- het jaarlijkse profiel van warmte- en koudelevering (inclusief energiebalans/ koudeoverschot);
- het soort wisselaar (verticaal, horizontaal, korf, heipaal, etc.);
- diepte en diameter van de wisselaar(s);
- het warmtegeleidingsvermogen van de bodem in het dieptetraject van de wisselaar(s);
- het warmtegeleidingsvermogen van het aanvulmateriaal van het boorgat;
- het aantal wisselaars, onderlinge afstand en configuratie;
- het circulatiemedium: keuze, soort en concentratie antivriesmiddel;
- het debiet (per wisselaar en totaal);
- de drukverliesberekening bij minimaal en maximaal debiet, inclusief vermelding van stroomsnelheden, viscositeit medium, leidingweerstand, opvoerhoogte en energieverbruik (rendement) van de bronpomp;
- een principeschema;
- een specificatie van de hoofdcomponenten (zie ook eis 2b.4).

- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**

In het document Detail-engineering staat vermeld in hoeverre er specifieke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden voor de bodemwarmtewisselaar(s) en het hydraulisch circuit. De ontwerper kan aantonen dat in het ontwerp rekening is gehouden met deze aspecten.

- **Wisselaar**

De wisselaar voldoet aan de eisen uit BRL 5219 of uit SKZ HR 3.26.

- **Aanvulmateriaal boorgat (bij verticale wisselaars)**

Het boorgat wordt aangevuld overeenkomstig de eisen in BRL 2100. Aanvullend hierop: het vulmateriaal heeft een warmtegeleiding die gelijk aan of groter is dan de ontwerpwaarde.

- **Aanvulmateriaal (bij horizontale wisselaars of korven)**

Het vulmateriaal heeft een warmtegeleiding die gelijk aan of groter is dan de ontwerpwaarde.

- **Horizontaal leidingwerk**

De diepte van de horizontale leidingen bedraagt minimaal 0,5 meter. Op minimaal 0,2 meter boven elke leiding is een markeringslint aangebracht.

- **Voorkomen condensvorming**

Condensvorming in inpanidige ruimten en thermische verliezen wordt voorkomen, door het aanbrengen van dampdichte isolatie op alle inpanidige leidingen.

- **Circulatiemedium**

Het circulatiemedium is water of een monopropyleenglycol, ethyleenglycol of kaliumcarbonaat oplossing, of een circulatiemedium dat is toegelaten voor dit type gebruik door het ministerie van I&W op basis van een advies van het RIVM dat aantoont dat het circulatiemedium in vergelijking met monopropyleenglycol:

- beter of vergelijkbaar functioneert voor de warmte overdracht, en
- en in combinatie met de gebruikte toeslagstoffen in gelijke mate of minder toxisch is, zowel voor de mens als voor het milieu,
- en in gelijke mate of beter afbreekbaar is onder aerobe en anaerobe condities.

De hoeveelheid antivriesmiddel is gebaseerd op een temperatuur van minimaal 5°C onder de laagste uittredende verdampertemperatuur.

- **Vullen, ontluichten en drukregistratie**

In het ontwerp van het hydraulisch circuit is minimaal een drukindicatie, drukregistratie, expansievat, filter, vulopening en ontluichting van voldoende capaciteit voor het betreffende systeem opgenomen.

- **Integraal ontwerp op energieverbruik en warmteoverdracht**

De diepte, diameter en configuratie van de wisselaars, en het circulatiemedium en het debiet in het hydraulisch circuit is zodanig gekozen, dat er bij een zo laag mogelijk energieverbruik (laag drukverlies) een zo hoog mogelijke warmteoverdracht in de wisselaars (turbulente stroming) bestaat (geoptimaliseerde combinatie).

Bij een systeem voor een individuele woning kan een standaardontwerp worden aangehouden, dat eenmalig is onderbouwd.

Bij overige systemen kan de projectleider aantonen dat de gekozen combinatie geoptimaliseerd is, bijvoorbeeld door enkele ontwerpberekeningen zoals omschreven bij eis 1b.6.

- **Energieverbruik**

In het document Detail-engineering staat bij de drukverliesberekeningen het minimaal te behalen totaalrendement van de pomp (=rendement pomp plus motor). De circulatiepomp van het hydraulisch circuit heeft een elektrisch pompvermogen van maximaal 4% (bij voorkeur 2%) van het thermisch vermogen voor verwarming (verdampervermogen warmtepomp). De projectleider kan aantonen dat het verwachte energieverbruik van het ondergrondse deel niet belemmerend is om de SPF_{BES} van het totale bodemenergiesysteem te halen.

- **Meerdere bodemwisselaars**

Bij meerdere bodemwisselaars is het drukverlies over elke wisselaar vanuit het ontwerp gelijk, of het debiet is per wisselaar inregelbaar.

Eis 2b.4

Maak een onderbouwde keuze voor de specificaties van de hoofdcomponenten.

Toetsingskader

- **Vastleggen detail-engineering**

In het document Detail-engineering staat de specificatie van de hoofdcomponenten (zie ook eis 2b.3).

- **Algemene materiaal eisen**

De projectleider kan aantonen dat bij de keuze van de hoofdcomponenten rekening is gehouden met:

- de specificaties van de fabrikant;
- de maximaal toelaatbare systeemdruk (gewerkt wordt met minimaal PN10);

- de heersende omgevingsfactoren (water, temperatuur, zoet/zout, eventuele vervuiling, corrosiebestendigheid).
- **Warmtewisselaars**
De warmtewisselaars zijn geprefabriceerd en (druk-)getest. Bij een verticale warmtewisselaar is de u-bocht ook onderdeel van de geprefabriceerde en (druk-) geteste wisselaar.
Elke meter van de warmtewisselaar is voorzien van een doorlopende diepteaanduiding, beginnend bij 0 meter bij de voet van de warmtewisselaar.
- **Horizontaal leidingwerk**
Het materiaal van de horizontale leidingen is minimaal PE100, SDR 17 of gelijkwaardig. Afwijkingen zijn onderbouwd op basis een berekening van de maximaal optredende systeemdrukken en bovenbelasting.
Er wordt uitsluitend gebruikgemaakt van lasverbindingen.

Eis 2b.5

Indien in het ondergronds deel een aparte circulatiepomp is opgenomen, zorg dan voor de mogelijkheid voor het aansturen van de circulatiepomp vanuit de regeling van de gebouwinstallatie of de warmtepomp.

Toetsingskader:

- Afstemming heeft plaatsgevonden met de ontwerpende partij van de gebouwinstallatie, waarbij is vastgesteld dat
 - de configuratie van het bodemenergiesysteem is opgenomen in het RTO van de gebouwinstallatie;
 - beveiligingen zijn opgenomen in het RTO van de gebouwinstallatie;
 - 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;
 - een ontwerp van de meetvoorzieningen voor optimaal beheer van het ondergrondse deel aanwezig is: registratielijst en specificatie van de opslag en verwerking van registraties (o.a. temperatuur, debieten, vermogens, energie, energieverbruik). In de registratielijst staat aangegeven welke registraties voortkomen uit de geldende Wet- en regelgeving.
- De projectleider kan aantonen dat met de meetvoorzieningen wordt voldaan aan de geldende registratieverplichtingen vanuit Wet- en regelgeving.

Voor een gesloten bodemenergiesysteem in een individuele woning geldt eis 2b.5 niet

9.3 Afronding detail-engineering

Eis 2b.6

Draag het document Detail-engineering over bij afronding van de detail-engineering.

Toetsingskader:

- De projectleider kan aantonen dat het complete document Detail-engineering is overgedragen aan de ontwerper van het bovengrondse deel en aan de opdrachtgever.
- Als bij de opdrachtvorming is afgesproken dat aan andere partijen wordt gerapporteerd, dan wordt het document Detail-engineering aan deze partijen overgedragen.

10 Realisatie gesloten bodemenergiesysteem (scope 3b)

Een correcte aanleg van een gesloten bodemenergiesysteem waarborgt de kwaliteit en het functioneren op de lange termijn. In dit hoofdstuk staan de eisen beschreven bij realisatie van gesloten bodemenergiesystemen:

- *welke voorbereiding en afstemming nodig is;*
- *welke eisen gelden bij de uitvoering;*
- *welke controles worden gedaan tijdens het werk;*
- *hoe het spoelen, vullen, in bedrijf stellen, inregelen en testen gaat;*
- *welke gegevens bij oplevering in het Revisiepakket staan;*
- *welke eisen gelden bij onderhoud van het systeem.*

Bij de voorbereiding van de realisatie stelt het bedrijf een Plan van Aanpak op, waarin het boorplan, werkomschrijving en planning zijn opgenomen. Het bedrijf borgt dat het werk wordt aangelegd in overeenstemming met het ontwerp en dat aan alle wettelijke eisen wordt voldaan.

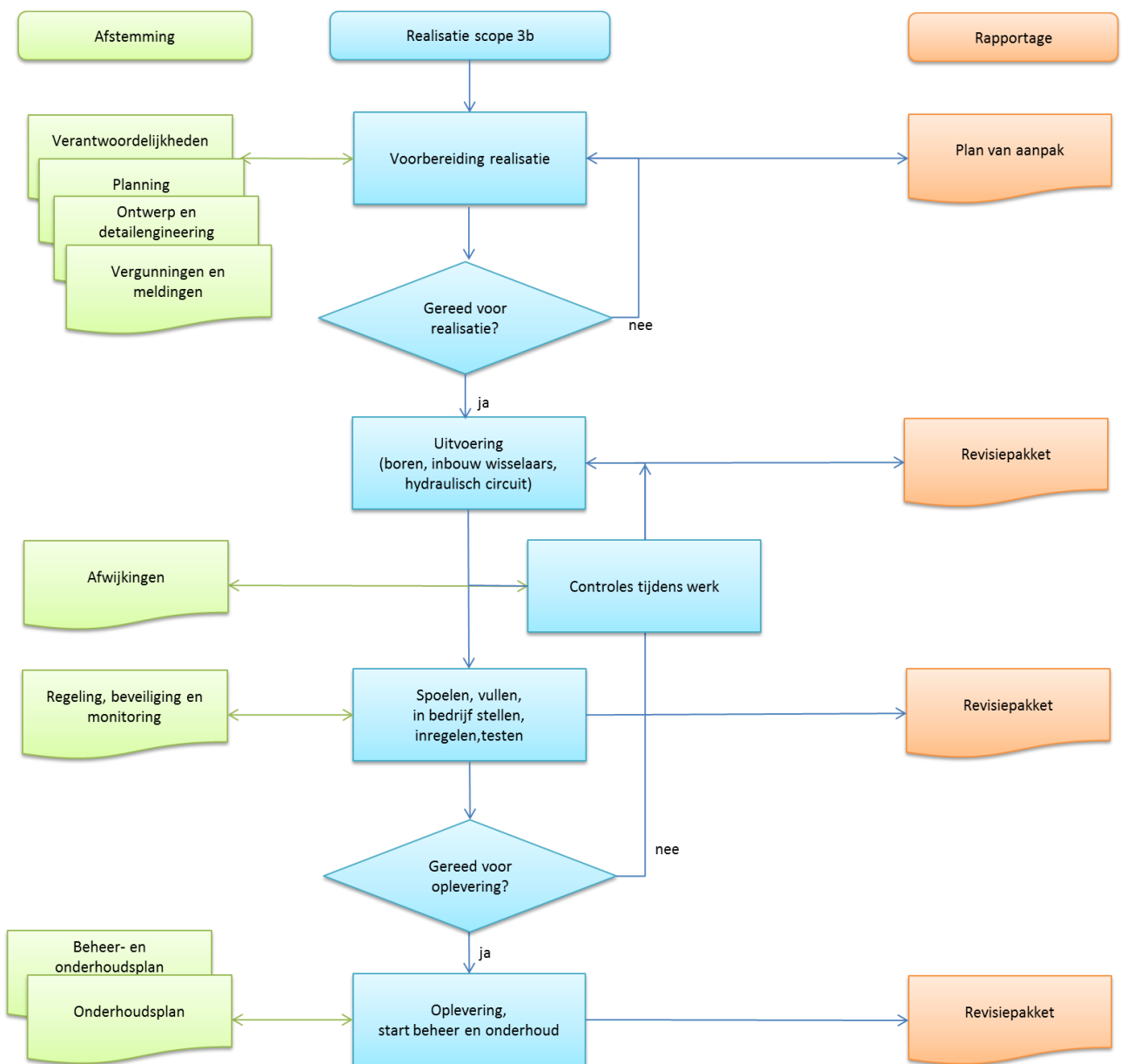
De realisatie van een gesloten bodemenergiesysteem bestaat uit boorwerkzaamheden, het inbouwen van wisselaars en de aanleg van het hydraulisch circuit. Daarna wordt het systeem gespoeld, gevuld, in bedrijf gesteld, zo nodig ingeregeld en getest. Bij de realisatie werkt de uitvoerder van het ondergronds systeem nauw samen met de installateur van het bovengronds systeem. De stappen bij uitvoering en de afstemmingsmomenten zijn opgenomen in het schema op de volgende bladzijde

De projectleider, zoals omschreven in BRL SIKB 11000, is verantwoordelijk voor het Plan van aanpak en voor het Revisiepakket, inclusief het 'Beheer- en onderhoudsplan' .

De boormeester, zoals omschreven in BRL SIKB 2100, is verantwoordelijk voor de kwaliteit van de boringen, het inbouwen van de wisselaars en het aanvullen van het boorgat.

Resultaat van de realisatiefase is een goed werkend gesloten bodemenergiesysteem, inclusief documentatie in een Revisiepakket.

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. Aan het einde van de realisatiefase is het Beheer- en onderhoudsplan gereed, en wordt gestart met de eerste beheer- en onderhoudsperiode van 2 jaar.



10.1 Voorbereiding realisatie

Eis 3b.1

Zorg dat de informatie uit de ontwerpfase en de detail-engineering beschikbaar is, en leg samen met de betrokken partijen de verantwoordelijkheden en de demarcatie van werkzaamheden vast.

Toetsingskader:

- De projectleider beschikt over het Ontwerpdocument.
- De projectleider beschikt over het (bijgewerkte) overzicht van vergunningen en meldingen, inclusief de ingediende meldingen en vergunningaanvragen en afgegeven beschikkingen.
- De projectleider beschikt over het document Detail-engineering.
- De projectleider kan aantonen dat bij de start van de realisatie de verantwoordelijkheden en de demarcatie van werkzaamheden met betrokken partijen zijn afgestemd en goedgekeurd.

Eis 3b.2

Stel een plan van aanpak op, waarin het boorplan en werkplan, planning en werktekeningen zijn opgenomen.

Toetsingskader:

- **Inhoud 'Plan van Aanpak'**
In het Plan van Aanpak is opgenomen:
 - boorplan;
 - werkplan hydraulisch circuit en regeling;
 - planning;
 - werktekeningen;
 - controle en toetsing tijdens het werk.
- **Boorplan en werkplan**
In het boorplan en werkplan is de voorgenomen wijze van uitvoering opgenomen. De projectleider kan aantonen dat het boorplan en werkplan volledig zijn en in overeenstemming met het ontwerp en detail-engineering. Eventuele afwijkingen zijn vastgelegd.
In het boorplan en werkplan staat de benodigde hoeveelheid werkwater en de diepte van de casing vermeld.
- **Afstemming voorzieningen**
De projectleider kan aantonen dat voorzieningen zoals werkwater, bouwstroom, werkruimte, opslag, het lozen van water en het opslaan en afvoeren van grond zijn afgestemd en vastgelegd.
- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**
In de ontwerpfase is een overzicht opgesteld van benodigde vergunningen en meldingen. In de detail-engineering is vermeld welke (specifieke) wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden voor de wisselaars, het hydraulisch circuit en de regeling en monitoring.
De projectleider checkt de overzichten en vult deze zo nodig aan. Nog ontbrekende vergunningen en meldingen worden aangevraagd.
De projectleider legt in het boorplan en werkplan vast wanneer procedures, voorschriften en meldingen tijdens de realisatie worden uitgevoerd, en legt de verantwoordelijkheden hiervoor vast. De projectleider kan aantonen dat de verantwoordelijkheden zijn afgestemd met andere betrokken partijen.

- **Planning en werktijden**

De projectleider kan aantonen dat de werkzaamheden zijn afgestemd met andere bouwwerkzaamheden, dat de planning past binnen de totaalplanning en dat de werktijden zijn bepaald. Als er aanpassingen in de planning zijn, wordt dit op duidelijke wijze verwerkt en krijgt de aangepaste planning een nieuw versienummer.

- **Werktekeningen**

Het ontwerp en de detail-engineering zijn vertaald naar werktekeningen, die ten minste bevatten:

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

- **Controle en toetsing tijdens het werk**

In het Plan van Aanpak staat beschreven hoe controle en toetsing tijdens uitvoering plaatsvindt, en welke procedure wordt doorlopen als een medewerker een afwijking constateert.

Eis 3b.3

Beoordeel of het werk gereed is voor uitvoering

Toetsingskader:

- **Check ontwerp**

De projectleider controleert of het te realiseren ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem voldoet aan het ontwerp, de detail-engineering en de daarbij gestelde eisen en randvoorwaarden. Eventuele afwijkingen zijn vastgelegd in het Plan van Aanpak.

- **Check uitvoerbaarheid**

De projectleider controleert of de realisatie uitvoerbaar is, en checkt de feitelijke omstandigheden op locatie van ten minste:

- de locaties van de bodemwarmtewisselaar(s);
- het maaiveldniveau;
- de grondwaterstand;
- het leidingtracé;
- de oppervlakte van de technische ruimte.

- **Check wettelijke eisen en randvoorwaarden**

De projectleider kan aantonen dat de benodigde vergunningen zijn verkregen en de vereiste meldingen zijn gedaan voor de uit te voeren activiteiten.

- **Ingangscontrole ingekochte wisselaar(s)**

De ingangscontrole maakt onderdeel uit van de inkoopprocedure van het bedrijf. Specifieke controles zijn:

- Visuele controle op beschadigingen van het buismateriaal en de u-bocht.
- De projectleider checkt of de wisselaar(s) voldoen aan BRL 5219 of SKZ HR 3.26.
- De projectleider checkt of de wisselaar fabrieksmatig is afgeperst, of het bedrijf perst de wisselaar zelf af. Dit wordt aangetoond met een certificaat of afpersrapport.

In bijlage 4 zijn deze controlestappen verder uitgewerkt.

10.2 Uitvoering

Eis 3b.4 Zorg tijdens het werk voor controle en toetsing, en zorg voor bijsturing in geval van afwijkingen.

Toetsingskader:

- In het Plan van Aanpak staat beschreven hoe controle en toetsing tijdens uitvoering plaatsvindt, en welke procedure wordt doorlopen als een medewerker een afwijking constateert. De projectleider kan aantonen dat deze controles en toetsingen worden uitgevoerd tijdens het werk.
- De projectleider kan aantonen dat tijdens het werk afwijkingen van het ontwerp worden bijgehouden in een logboek. De projectleider beoordeelt de consequenties van afwijkingen, bepaalt welke bijsturing nodig is (bijvoorbeeld compenserende maatregelen, aanpassingen) en zorgt voor afstemming met de andere betrokken partijen. Bij ernstige afwijkingen wordt dit schriftelijk en binnen twee werkdagen gedaan.
- De volgende afwijkingen worden in ieder geval schriftelijk en binnen twee werkdagen afgestemd met de andere betrokken partijen:
 - afwijkingen waardoor het bodemenergiesysteem niet volgens de ontwerputgangspunten kan functioneren;
 - afwijkingen waardoor niet meer voldaan wordt aan wet- en regelgeving.

Eis 3b.5 Leg bodemwarmtewisselaar(s) aan die duurzaam de benodigde capaciteit kunnen leveren.

Toetsingskader specifiek voor verticale wisselaars:

- **Boorgat in stand houden**

Het bedrijf zorgt dat de voorzieningen voor werkwater voldoende zijn, zodat het boorgat in stand kan worden gehouden in de periode tussen het boren en het inbouwen. De boring wordt zodanig gepland dat na het op diepte komen van de bron direct of de volgende ochtend gestart kan worden met inbouwen.
- **Controle vóór het inbouwen van de bodemwarmtewisselaar**

Voordat de bodemwarmtewisselaar wordt ingebouwd, wordt de wisselaar op de projectlocatie gecontroleerd met de volgende controlestappen:

 - Visuele controle op beschadigingen van het buismateriaal en de u-bocht
 - Spoelen en vullen met schoon leidingwater
 - Dichtheidscontrole van de wisselaar

Deze controlestappen worden bij elke individuele wisselaar uitgevoerd. In bijlage 4 zijn deze controlestappen verder uitgewerkt.
- **Correcte inbouw bodemwarmtewisselaar**
 - Bij de controle vóór het inbouwen van de bodemwarmtewisselaar, is de wisselaar al geheel gevuld met schoon leidingwater. De wisselaar wordt voorzien 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, dan brengt het bedrijf voorzieningen aan om deze afstand te borgen. Indien in het ontwerp ervan is uitgegaan dat de lussen tegen elkaar zitten, is dit niet nodig.
 - De bodemlus wordt ter plaatse van scheidende lagen voldoende gecentreerd in het boorgat. Bij scheidende lagen dikker dan 10 meter, wordt minimaal om de tien meter een centreerbeugel geplaatst.

Opmerking: het is toegestaan om te werken zonder centreerbeugels, als het boorgat wordt afgedicht met een vloeibaar afdichtmiddel (zoals grout of vloeibare zwelklei) en daarbij warmtewisselaars met een enkele u-bocht of concentrische warmtewisselaars worden toegepast.
 - Bij het inbouwen van de wisselaar wordt de diepteaanduiding aan het eind van elke bodemwarmtewisselaar genoteerd.

- **Bepalen aanvulschema van het boorgat**

Het bedrijf bepaalt:

- voorafgaand aan het aanvullen de specifieke volumes van de verschillende lagen aanvulmateriaal, en hoeveel volume één verpakkingseenheid vertegenwoordigt;
- voor de verschillende lagen het aanvulschema op basis van de ingebouwde wisselaar en de boorgatdiameter en het legt dit vast;
- de op de locatie benodigde aantallen verpakkingseenheden en controleert of die aanwezig zijn;
- bij een boring die op een eerder moment in het proces (deels) is ingestort of dichtgevallen: hoeveel extra aanvulmateriaal minimaal nodig is, op basis van de lengte waarover het gat is ingestort, en legt dit vast. Het bedrijf gaat er hierbij vanuit dat het ingestorte deel van het boorgat volledig is opgevuld met ingelopen grond en dat er bij het uiteindelijk op diepte zijn van de boring naast het boorgat een ruimte is ontstaan met een hieraan gelijke inhoud.

- **Wijze van aanvullen van het boorgat met korrelvormig materiaal**

Als het boorgat met korrelvormig materiaal wordt aangevuld (zoals aanvulgrind of zwelklei), gelden de volgende eisen:

- Het aanvulmateriaal wordt gedoseerd met behulp van een stortkoker (ook wel valpijp genoemd) of door middel van pompen door een slang (ook wel vulpijp genoemd) in het boorgat.
- De valhoogte bij het aanvullen bedraagt niet meer dan 30 meter.
- Het bedrijf bepaalt de diepte periodiek tijdens het aanvullen, in ieder geval op de volgende momenten:
 - tussen elke overgang in aanvulmateriaal;
 - telkens na aanvullen van 30 meter boorgat, als er hierbinnen geen overgang is in materiaal-soort.

- **Wijze van aanvullen van het boorgat met een vloeibaar afdichtmiddel**

Als het boorgat met een vloeibaar afdichtmiddel (zoals grout of vloeibare zwelklei) wordt aangevuld, gelden de volgende eisen:

- Het boorgat wordt volledig aangevuld met het afdichtmiddel, dat voldoet aan de door Eis 16 in protocol 2101 aan het afdichtingsmateriaal gestelde eisen.
- Het afdichtmiddel wordt voorgemengd conform de voorschriften van de leverancier. Het is niet toegestaan meer water toe te voegen dan het voorschrift aangeeft.
- De uitloop van de vulleiding blijft tijdens het aanvullen continue onder het aanvulniveau.
- Het aanvullen wordt voortgezet totdat ten minste de theoretische inhoud van het boorgat is verpompt en het toegepaste afdichtmiddel met een samenstelling die gelijk is aan de samenstelling van het verpompte afdichtmiddel aan de bovenzijde uit het boorgat stroomt.

Toetsingskader specifiek voor horizontale wisselaars, korven en heipalen:

- **Correcte inbouw bodemwarmtewisselaar**

- De wisselaar is fabrieksmatig afgeperst, of het bedrijf perst de wisselaar af voordat de wisselaar wordt ingebouwd. Het afpersen is uitgevoerd op een druk die overeenkomt met de werkdruk van het buismateriaal. Dit wordt aangetoond met een certificaat of afpersrapport.

Toetsingskader bij alle bodemwarmtewisselaars:

- **Locatie bepaling bodemwarmtewisselaar(s)**

Het bedrijf legt de locatie van elke wisselaar (xy-coördinaten) nauwkeurig vast. De locatiebepaling heeft bij voorkeur een nauwkeurigheid van +/- 0,1 meter, de maximale afwijking in nauwkeurigheid bedraagt 1 meter.

- **Voorkomen van beschadiging na afronding van de (boor)werkzaamheden**

Indien na afronding van de (boor)werkzaamheden de definitieve afwerking niet direct aansluitend wordt uitgevoerd:

- De wisselaar is gevuld met schoon leidingwater, nogmaals afgeperst en aan de bovenzijde waterdicht en drukvast afgedopt.

- De locatie van de wisselaar blijft zichtbaar in het terrein aanwezig en schade aan de wisselaar wordt voorkomen door deze te beschermen met een constructie rondom of over de bron.
 - Het document met de locatie van de bodemwarmtewisselaar(s) is aantoonbaar overdragen aan de verantwoordelijke voor het (bouw)terrein.
- **Revisiepakket**
In het Revisiepakket worden opgenomen:
 - boorbeschrijving(en);
 - inbouw- en aanvulstaten;
 - locatietekening met wisselaars (xy-coördinaten en afwerkhoogte t.o.v. NAP);Op de locatietekening zijn alle wisselaars gecodeerd en verbonden aan een overzichtslijst met specificaties per bron (lengte, type, etc.).

Eis 3b.6 Installeer een goed functionerend, energiezuinig hydraulisch circuit.

Toetsingskader:

- **Voorkom vervuiling tijdens aanleg en montage**
Voorkom vervuiling door
 - de terreinleiding tijdens verwerken te voorzien van eindkappen;
 - de montage uit te voeren volgens voorschriften van de fabrikant;
 - na aanleg van het hydraulisch circuit (of afgebakende losse delen daarvan) al het leidingwerk en alle appendages inwendig te spoelen en te reinigen van (bouw)vuil.
- **Voorkom luchtballen**
Voorkom luchtballen door het plaatsen van ontluchtingspunten op logische plekken, in ieder geval op de hoogste punten. In het veld worden hoogteverschillen in de terreinleidingen zo veel mogelijk vermeden.
- **Voorkomen condensvorming**
Voorkom condensvorming in inpandige ruimten en thermische verliezen, door het aanbrengen van dampdichte isolatie op alle inpandige leidingen.
- **Revisiepakket**
Aan het Revisiepakket is toegevoegd:
 - het principeschema van het systeem;
 - de locatietekening met kabels, leidingen (WIBON, Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken), eventuele terreinafsluiters, ontlueters en kabelmoffen;
 - de revisietekening van de terreinleidingen;
 - keurings- en ijkrapporten bemetering;
 - afpersrapportage of rapportage van druktasten;
 - technische documentatie en inbouwvoorschriften van componenten.

10.3 In bedrijf stellen, inregelen en testen

Eis 3b.7: Zorg voor een zorgvuldige inbedrijfstelling en test het bodemenergiesysteem aan de hand van een test- en beproevingsprotocol.

Toetsingskader:

- **Test- en beproevingsprotocol**

Voorafgaand aan in bedrijf stellen is een test- en beproevingsprotocol opgesteld. Dit protocol omvat de hieronder beschreven acties en waarborgt een gestructureerde rapportage van de testresultaten.

- **Vorbereiding in bedrijf stellen**

Bij de voorbereiding voor inbedrijfstelling worden onderstaande activiteiten uitgevoerd:

- Reinigen installatieonderdelen;
- Visuele inspectie;
- Testen van alle componenten op juiste montage, aansluiting en op functioneren;

- **Spoelen, vullen met leidingwater, ontluichten en afpersen**

Bij het in bedrijf stellen worden de volgende stappen uitgevoerd:

- Spoelen, vullen en ontluichten met schoon leidingwater
- Afpersen van het totale ondergronds systeem: mechanische sterktest
- Afpersen van het totale ondergronds systeem: dichtheidsbeproeving
- Het vullen van het bodemenergiesysteem met de in het ontwerp voorgeschreven (voorgemengde) koelvloeistof.

In bijlage 4 zijn deze controlestappen verder uitgewerkt.

- **Inregelen**

- hydraulisch inregelen en vervaardigen van keuringsrapporten;
Opmerking: bij meerdere bodemwarmtewisselaars omvat dit ook het inregelen van de debietverdeling naar de lussen, waarbij de maximale onderlinge debietafwijking minder is dan 5% over de gehele debietrange;
- regeltechnisch inregelen en vervaardigen van keuringsrapporten.

- **Testen en beproeven**

- (ondersteuning bij) testen van het functioneren totale bodemenergiesysteem binnen de gebouwinstallatie, inclusief beveiligingen en registratie.

- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**

- Er is voldaan aan de wettelijke eisen en randvoorwaarden bij in bedrijf stellen van het bodemenergiesysteem (bijvoorbeeld noteren van startwaarden van de monitoring).

- **Revisiepakket**

De hierboven genoemde testresultaten worden toegevoegd aan het Revisiepakket.

10.4 Oplevering en start beheer en onderhoud

Eis 3b.8

Beoordeel of het werk gereed is voor oplevering

Toetsingskader:

- De projectleider beoordeelt of het gerealiseerde systeem gereed is voor oplevering en ingebruikneming op grond van het volgende.
 - Uit de testresultaten blijkt dat het bodemenergiesysteem volgens de ontwerpuitgangspunten kan functioneren.
 - Het bodemenergiesysteem is voldoende beveiligd.
 - Het bodemenergiesysteem voldoet aan alle wettelijke eisen, en de registraties van het systeem voldoen aan de monitoringsvereisten.

Eis 3b.9

Zorg bij de oplevering voor overdracht van het Revisiepakket, inclusief het Beheer- en onderhoudsplan en het overzicht van vergunningen en meldingen.

Toetsingskader:

- **Revisiepakket**

Tijdens de realisatie zijn delen van het Revisiepakket al samengesteld:

- Gegevens van de bodemwarmtewisselaars: zie eis 3b.5;
- Gegevens van het hydraulische circuit: zie eis 3b.6;
- Gegevens van inregelen en testen: zie eis 3b.7.

- **Beheer- en onderhoudsplan**

Het beheer- en onderhoudsplan is opgesteld overeenkomstig eis 4a.2.

- **Overzicht vergunningen en meldingen**

Het overzicht van vergunningen en meldingen is bij het ontwerp opgesteld en is bij de voorbereiding van de realisatie geactualiseerd. Bij de oplevering is het overzicht opnieuw geactualiseerd en aangevuld. Alle ingediende aanvragen en afgegeven beschikkingen worden op gestructureerde wijze bewaard, en vormen onderdeel van het Revisiepakket.

Bij een installatie op gemeentegrond is er een uitleg of verwijzing naar acties of verplichtingen voortkomend uit de WIBON (Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken) die de eigenaar van het systeem moet (laten) verzorgen.

- **Onderhouds- en bedieningsvoorschriften**

De bedieningsvoorschriften en onderhoudsbescheiden worden toegevoegd aan het Revisiepakket.

- **Garantieverklaring**

In het Revisiepakket wordt een garantieverklaring opgenomen.

- **Overdracht Revisiepakket**

De projectleider kan aantonen dat het complete Revisiepakket is overgedragen aan de installateur van het bovengronds systeem en aan de opdrachtgever.

Eis 3b.10

Start de eerste beheer- en onderhoudsperiode

Toetsingskader:

- Het bedrijf voert gedurende twee jaar na oplevering het beheer en onderhoud uit, overeenkomstig de eisen van scope 4b.
Een bedrijf dat zelf niet erkend is voor scope 4b, moet het beheer en onderhoud gedurende deze twee jaar uitbesteden aan een bedrijf dat wel erkend is voor scope 4b.

11 Beheer en onderhoud gesloten bodemenergiesystemen (scope 4b)

Het beheer en onderhoud van een bodemenergiesystemen is erop gericht om het systeem langdurig overeenkomstig de ontwerpspecificaties te laten functioneren. In dit hoofdstuk staan de eisen beschreven voor beheer en onderhoud van het ondergrondse deel van gesloten bodemenergiesystemen.

De beheer- en onderhoudswerkzaamheden van het boven- en ondergrondse deel sluiten nauw op elkaar aan. Het is daarom essentieel de taken en verantwoordelijkheden goed af te stemmen. De taken en verantwoordelijkheden zijn als volgt verdeeld:

- **BRL 6000-21/00**
Het beheer van het bodemenergiesysteem als geheel wordt geborgd door het bedrijf dat erkend is onder BRL 6000-21/00: dit bedrijf is eindverantwoordelijk en zorgt voor het goed functioneren van het totale systeem door adequaat management. Bepaalde beheeraspecten van het bodemenergiesysteem vallen altijd onder BRL 6000-21/00, zoals het voldoen aan eisen aan de energiebalans en energiebeheer. Cruciaal is dat alle beheerstaken (boven- en ondergronds) uitgevoerd worden en geborgd zijn, de coördinatieverantwoordelijkheid ligt bij het bedrijf dat erkend is onder BRL 6000-21/00.
- **BRL SIKB 11000**
Voor de goede werking van het ondergronds deel van het bodemenergiesysteem is het BRL SIKB 11000 erkende bedrijf verantwoordelijk. Het gaat daarbij om het onderhoud van het ondergronds systeem en een aantal specifieke beheerstaken voor het ondergronds deel, bijvoorbeeld de eisen aan bronregeneratie en de controle op een goed technisch functioneren van componenten van het ondergronds deel. Het ondergronds beheer is complementair aan het beheer dat onder BRL 6000-21/00 valt.
- *Beide partijen moeten per project vastleggen:
De taken en verantwoordelijkheden met betrekking tot wettelijke eisen worden verdeeld tussen de bovengrondse en de ondergrondse beheerder. Het gaat daarbij onder andere om eisen aan energiebalans, maximale waterverplaatsing en temperaturen, monitoring en rapportages, waterkwaliteitsanalyses, randvoorwaarden bij bronregeneratie, etc. Cruciaal is dat de verantwoordelijkheden voor alle wettelijke eisen zijn verdeeld en vastgelegd en worden geborgd: de coördinatieverantwoordelijkheid hiervan wordt nadrukkelijk bij het bedrijf dat erkend is onder BRL 6000-21/00 neergelegd.*

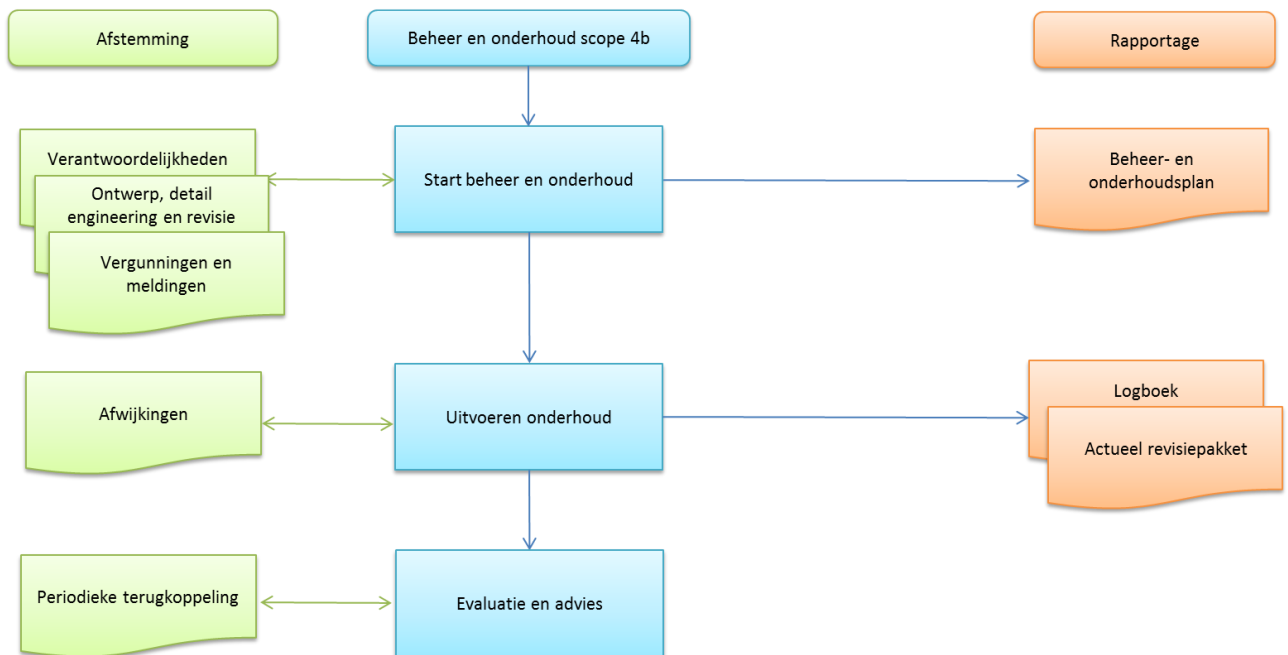
Opmerking: De meldingsplichtige is (bestuursrechtelijk) eindverantwoordelijk voor het voldoen aan wettelijke eisen.

Voor een gesloten bodemenergiesysteem van een individuele woning geldt, dat het beheer en onderhoud van het ondergrondse deel óók mag worden uitgevoerd door een bedrijf dat is erkend op basis van BRL 6000-21/00 scope 3.

Het beheer en onderhoud wordt uitgevoerd op basis van een Beheer- en onderhoudsplan. De eerste onderhoudsperiode omvat twee jaar, waarbij het van belang is dat de partijen die betrokken zijn bij de aanleg van de installatie ook betrokken zijn bij het beheer- en onderhoud.

Het onderhoud omvat inspecties en metingen, preventieve en correctieve onderhoudswerkzaamheden, inclusief rapportages en het actueel houden van revisiedocumenten.

Het beheer omvat het periodiek evalueren van het functioneren van het systeem, en het adviseren over de staat van de installatie en over mogelijkheden voor optimalisatie.



11.1 Start beheer en onderhoud

Eis 4b.1

Zorg in de gebruiksfase dat informatie van ontwerp, detail-engineering en het Revisiepakket beschikbaar is, en leg samen met de opdrachtgever en de beheerder van het bovengrondse deel afspraken en verantwoordelijkheden vast.

Toetsingskader:

- **Informatie beschikbaar**

De projectleider beschikt over het Ontwerpdocument, het document Detail-engineering en het Revisiepakket.

- **Overzicht wettelijke eisen en randvoorwaarden**

De projectleider beschikt over het (bijgewerkte) overzicht van vergunningen en meldingen, inclusief de ingediende aanvragen/meldingen en afgegeven beschikkingen. In het overzicht wordt opgenomen welke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden bij het in bedrijf zijn van het systeem (bijvoorbeeld monitoring van temperaturen en SPF, rapportages, etc.).

- **Vastleggen verantwoordelijkheden**

De projectleider kan aantonen dat verantwoordelijkheden met betrokken partijen zijn afgestemd en vastgelegd, namelijk:

- de meldingsplichtige Activiteitenbesluit/Blbi;
- de verantwoordelijke voor reageren op gebruikersklachten over het BES;
- de beheerder energiecentrale BES (erkenningplichtig BRL 6000-21/00);
- het beheer- en onderhoudsbedrijf voor het ondergronds deel (erkenningplichtig BRL 11000; bij individuele woningen mag het beheer en onderhoud ook door een erkenningplichtig BRL 6000-21/00 scope 3 bedrijf worden uitgevoerd);
- het onderhoudsbedrijf voor de gebouwinstallatie (niet erkenningplichtig);
- het onderhoudsbedrijf energiecentrale BES (niet erkenningplichtig).

De af te stemmen verantwoordelijkheden staan in tabel 4b-T7 in bijlage 2.

- **Verdeling werkzaamheden wat betreft voldoen aan wettelijke eisen**

De projectleider kan aantonen dat met betrokken partijen afspraken zijn gemaakt en vastgelegd over de verdeling van werkzaamheden voor:

- het registreren en monitoring van gegevens ten behoeve van de vergunning of andere wettelijke eisen (indien van toepassing);
- jaarrapportages aan bevoegd gezag (indien van toepassing).

- **Overige afspraken**

De projectleider kan aantonen dat bovendien met betrokken partijen afspraken zijn gemaakt en vastgelegd over de volgende zaken:

- protocol voor storingsopvolging. Er is een meldnummer vastgelegd van de beheerder voor eventuele calamiteiten;
- werkwijze bij geconstateerde afwijkingen ten opzichte van de vergunningen en de ontwerpuitsgangspunten;
- werkwijze bij benodigde vervanging, revisie en herstel en bij adviezen over mogelijkheden voor optimalisatie.

Voor een gesloten bodemenergiesysteem voor een individuele woning geldt een beperkter toetsingskader:

De onderdelen die niet gelden, zijn: het vastleggen van verantwoordelijkheden voor het onderhoudsbedrijf, de verdeling van werkzaamheden wat betreft voldoen aan wettelijke eisen en de overige afspraken.

Eis 4b.2

Stel het Beheer- en onderhoudsplan op.

Toetsingskader:

- **Beheer- en onderhoudsplan: algemeen**
In het Beheer- en onderhoudsplan zijn vastgelegd:
 - afspraken en verantwoordelijkheden (zie eis 4b.1);
 - wettelijke eisen en randvoorwaarden (zie eis 4b.1).
- **Beheer- en onderhoudsplan: onderhoud**
In het Beheer- en onderhoudsplan is vastgelegd welke onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd (zie ook eis 4b.3 en 4b.4):
 - inspecties en metingen;
 - preventief onderhoud;
 - correctief onderhoud, inclusief oorzakenanalyse;
 - wijze van rapporteren van onderhoud.
- **Beheer- en onderhoudsplan: beheer (zie ook eis 4b.5)**
In het Beheer- en onderhoudsplan is vastgelegd hoe wordt omgegaan met
 - periodiek evalueren van het functioneren van het systeem;
 - optimalisatie van de regeling van het ondergronds deel;
 - adviseren over de staat van de installatie en de mogelijkheden voor optimalisatie;
 - registratie, monitoring en jaarrapportages aan bevoegd gezag, voor zover dit behoort tot de afgesproken werkzaamheden van de beheerder van het ondergrondse deel.
- **Onderhoudsfrequentie en evaluatiemoment**
Tijdens de eerste twee jaar na oplevering wordt de installatie minimaal jaarlijks geïnspecteerd. Deze periode wordt afgesloten met een evaluatie, waarbij een nieuwe onderhoudsfrequentie en een nieuw evaluatiemoment wordt vastgesteld.

Voor een individuele woning geldt een beperkter toetsingskader:

- **Beheer- en onderhoudsplan: algemeen**
In het Beheer- en onderhoudsplan zijn vastgelegd:
 - afspraken en verantwoordelijkheden (zie eis 4b.1);
 - wettelijke eisen en randvoorwaarden (zie eis 4b.1).
- **Beheer- en onderhoudsplan: onderhoud**
In het Beheer- en onderhoudsplan is vastgelegd welke onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd (zie ook eis 4b.3 en 4b.4):
 - inspecties en metingen;
 - correctief onderhoud;
 - wijze van rapporteren van onderhoud.
- **Beheer- en onderhoudsplan: beheer (zie ook eis 4b.5)**
In het Beheer- en onderhoudsplan is vastgelegd hoe wordt omgegaan met:
 - periodiek evalueren functioneren van het systeem;
 - registratie, monitoring en jaarrapportages aan bevoegd gezag, voor zover dit behoort tot de afgesproken werkzaamheden van de beheerder van het ondergrondse deel.
- **Onderhoudsfrequentie en evaluatiemoment**
Tijdens de eerste twee jaar na oplevering wordt de installatie minimaal jaarlijks geïnspecteerd. Deze periode wordt afgesloten met een evaluatie waarbij een nieuwe onderhoudsfrequentie en een nieuw evaluatiemoment wordt vastgesteld.

11.2 Uitvoeren onderhoud

Eis 4b.3

Onderhoud het bodemenergiesysteem zodanig dat het systeem duurzaam de benodigde capaciteit kan leveren.

Toetsingskader:

- **Onderhoudswerkzaamheden**
Het bedrijf voert de inspecties en onderhoudswerkzaamheden uit overeenkomstig het Beheer- en onderhoudsplan.
- **Rapportages onderhoudswerkzaamheden**
Deze bestaan uit de volgende onderdelen:
 - inspectierapporten;
 - logboek;
 - actueel gehouden revisiedocumenten (zie eis 4b.4).
- **Eisen aan inspecties**
De periodieke inspecties bevatten minimaal de volgende onderdelen:
 - controle op functionaliteit van de hoofdcomponenten en van alle appendages;
 - bemeten van drukken, debieten en capaciteiten;
 - visueel opnemen van de staat van alle (zichtbare) materialen tijdens een onderhoudsinspectie. Eventuele gebreken of indicaties op gebreken worden gerapporteerd;
 - dichtheidsbeproeving, door de installatie op druk te zetten (drukhandhaving).
- **Wettelijke eisen en randvoorwaarden**
In het Beheer- en onderhoudsplan staat vermeld welke wettelijke eisen en randvoorwaarden gelden bij het in bedrijf zijn van het systeem, en wie daarvoor verantwoordelijk is. De projectleider kan aantonen dat voldaan wordt aan de eisen waarvoor hij verantwoordelijk is.
- **Gebreken, afwijkingen en storingen**
Het bedrijf houdt gebreken, afwijkingen en storingen bij in een logboek. De projectleider voert periodiek een oorzakenanalyse uit, waarbij het falen van een component of van het totale systeem wordt verklaard. De projectleider beoordeelt de consequenties van gebreken en afwijkingen, bepaalt of aanpassingen nodig zijn, en zorgt voor afstemming met de beheerder. Bij ernstige afwijkingen doet hij dit (ook) schriftelijk.

Voor een gesloten bodemenergiesysteem voor een individuele woning geldt een beperkter toetsingskader: het uitvoeren van een oorzakenanalyse valt dan buiten het toetsingskader.

Eis 4b.4

Zorg bij bijwerken van het Revisiepakket bij aanpassingen, vervanging, revisie of herstel van componenten.

Toetsingskader:

- Materialen die zijn vervangen, gereviseerd of hersteld, staan vermeld in het logboek.
- De revisiegegevens zijn bijgewerkt overeenkomstig de huidige staat van de installatie.
- Aanpassingen in defaultwaarden van instellingen zijn bijgehouden in een logboek.
- Aanpassingen van software zijn gedocumenteerd en het versiebeheer van de software is bijgehouden.

11.3 Evaluatie en advies

Eis 4b.5

Zorg voor periodieke evaluatie over het functioneren van het systeem en adviseer over de staat van de installatie en mogelijkheden voor optimalisatie.

Toetsingskader:

- De projectleider zorgt voor periodieke terugkoppeling aan de beheerder over functioneren van het systeem. Na twee jaar sluit de projectleider de eerste onderhoudsperiode af met een evaluatie, waarbij in overleg met de beheerder een nieuwe onderhoudsfrequentie en een nieuw evaluatiemoment wordt vastgesteld. De evaluatie wordt schriftelijk vastgelegd.
- De evaluatie omvat onder meer een vergelijking tussen het functioneren van het systeem en de ontwerpspecificaties. Ook vindt een oorzakenanalyse plaats van gebreken, afwijkingen en storingen. Het rapport bevat advies over eventuele optimalisatie.
- Bij de evaluatie wordt getoetst of het systeem binnen de wettelijke eisen en randvoorwaarden functioneert, voor zover dit behoort tot de afgesproken werkzaamheden van de beheerder van het ondergrondse deel.

Voor een gesloten bodemenergiesysteem voor een individuele woning geldt eis 4b.5 niet.

Bijlage 1 Communicatietabellen open bodemenergiesystemen

Deze bijlage is alleen van toepassing op open bodemenergiesystemen.

Tabel 1a-T1 Verantwoordelijkheden ontwerpfase open bodemenergiesysteem

Vastleggen bij de start van de ontwerpfase open bodemenergiesystemen.
In onderling overleg project specifiek vast te stellen.

Onderwerp	Ontwerper Energiecentrale BES	Ontwerper Ondergrondse Deel	Andere partij
Energiecentrale BES			
Ontwerp Energiecentrale BES	x		
Systeemconcept Energiecentrale BES	x		
Uitgangspunten Energiecentrale BES (vraagspecificatie aan Ondergrondse Deel)	x		
Uitgangspunten energiebalans (koudeoverschot, sturingsmogelijkheden)	x		
Uitgangspunten TSA	afstemmen	afstemmen	
SPF bodemenergiesysteem	x		
Ondergrondse deel			
Ontwerp Ondergrondse Deel		x	
Haalbaarheid Ondergrondse Deel		x	
Ontwerp bronnen		x	
Toetsing op inpasbaarheid, bereikbaarheid en eigendomsrechten	afstemmen	afstemmen	
Toetsing onttrekkingstemperaturen en energiebalans		x	
Lozingsroute ontwikkel- en spuiwater	afstemmen	afstemmen	
SPF ondergronds deel	afstemmen	afstemmen	
Vergunningen			
Vergunningen		x	
Vergunningaanvraag bodemenergiesysteem		x	
Vergunningaanvraag/melding lozing		afstemmen	afstemmen
Vergunningaanvraag/melding overig		afstemmen	afstemmen
...			
...			

Tabel 1a-T2 Oriënterende uitgangspunten open bodemenergiesysteem

Op basis van deze uitgangspunten wordt het geohydrologisch vooronderzoek uitgevoerd.

Aan te leveren door de ontwerper van de Energiecentrale BES.

Bij koude laden is de infiltratietemperatuur lager dan de onttrekkingstemperatuur.

Bij warmte laden is de infiltratietemperatuur hoger dan de onttrekkingstemperatuur.

Parameter	Eenheid	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden
Energievraag aan de bodem	MWh/jaar		
Brondebiet	m ³ /h		
Vermogensvraag aan de bodem (optioneel)	kW		
Verplaatste waterhoeveelheid (optioneel)	m ³ /seizoen		

Tabel 1a-T3 Resultaten geohydrologisch vooronderzoek open bodemenergiesysteem

Beoordeling ondergrondse haalbaarheid, aan te leveren door de ontwerper van het Ondergrondse Deel.

Opmerking: Bij meerdere opties voor het bronontwerp kunnen aparte beoordelingskolommen worden toegevoegd.

Onderwerp	Beoordeling
Is de bodem geschikt voor toepassing van een open bodemenergiesysteem?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Artesisch water / hoge waterstanden	
Doorboren veenlagen / bruinkoollagen	
Opboren verontreinigde grond	
Behalen broncapaciteit	
Putverstopping door redox	
Putverstopping door ontgassing	
Putverstopping door deeltjes	
Opbarsten bron	
Thermische verliezen ondergrond	
...	
Is het bodemenergiesysteem haalbaar t.a.v. bestaande omgevingsbelangen?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Interferentie bodemenergiesystemen	
Beïnvloeding overige onttrekkingen	
Beïnvloeding zoet-zout grensvlak	
Verspreiden van grondwaterverontreiniging	
Beïnvloeding archeologische waarden	
Zettingsgevoelige objecten	
Kabels en leidingen in de bodem	
...	
Past het bodemenergiesysteem binnen de wettelijke eisen en beleid?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Interferentiegebied / masterplan	
Beschermingsgebieden (provincie, waterbeheerder, rijkswegen, spoorwegen)	
Provinciaal beleid vergunningverlening	
Afwijkende regelgeving met betrekking tot de energiebalans	
Vergunningplichtig? Ja/nee	
Melding nodig? Ja/nee	
Lozingsvergunning nodig? Ja/nee en wie is bevoegd gezag?	
Keurontheffing nodig (Hoogheemraadschap-/waterschap) Ja/nee	
Vergunning nodig voor aanleggen leidingen in gemeente-/rijksgrond? Ja/nee	
Andere van toepassing zijnde vergunningen/meldingen?	
...	
Welke mogelijkheden zijn er voor lozing?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Zout grondwater	
...	
Oriënterend bronontwerp	
Type systeem (opslag/recirculatie, doublet/monobron)	
Diepte bronfilters (aanduiding watervoerend pakket of m-mv)	
Natuurlijke bodemtemperatuur (°C)	
Maximaal debiet per bron (m ³ /uur)	
Globale afstand tussen de bronnen (m)	
...	

Tabel 1a-T4 Ontwerpsituatiepunten open bodemenergiesysteem

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Opmerking: de kolommen minimaal/gemiddeld/maximaal worden waar nodig gebruikt om bandbreedtes in energiestromen, maximale afwijkingen en jaargemiddelde verwachte waarden aan te geven.

Bij koude laden is de infiltratietemperatuur lager dan de onttrekkingstemperatuur.

Bij warmte laden is de infiltratietemperatuur hoger dan de onttrekkingstemperatuur.

Ontwerpgegevens	Eenheid	ontwerpsituatie		minimaal		jaargemiddeld		maximaal	
		Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden
Energie									
Energiestroom warmte en koudelevering	MWh/jaar								
Aanvullende energiestroom regeneratie	MWh/jaar								
Aanvullende afvoer condensorwarmte bij warmtepomp als koelmachine	MWh/jaar								
Totaal energiestroom (inclusief bandbreedte)	MWh/jaar								
Netto overschot in de bodem (inclusief bandbreedte)	MWh/jaar								
Vermogen									
Vermogen warmte en koudelevering	kW								
Aanvullend vermogen regeneratie	kW								
Aanvullend vermogen bij afvoer condensorwarmte bij WP als koelmachine	kW								
Totaal vermogen	kW								
Temperatuur									
Natuurlijke bodemtemperatuur	°C								
Onttrekkingstemperatuur	°C								
Infiltratietemperatuur	°C								
ΔT tussen onttrekking en infiltratie	°C								
Debiet									
Brondebiet	m ³ /h								
Ontwerpcapaciteit bronpompen (vergunningaanvraag)	m ³ /h								
Watervolume									
Grondwaterverplaatsing	m ³ /jaar								
Grondwaterverplaatsing (vergunningaanvraag)	m ³ /jaar								
Electrische energie									
Energiegebruik bronpompen	MWh/jaar								
Rendement									
SPF _{BES} (totaal verwarmen en koelen)	-								
Aanvullende gegevens nodig?									
jaarbebelastingduurkromme of uurlijkse vraagspecificatie (ja/nee)	-								
afwijkende condities voor de startsituatie (ja/nee)									
...									

Tabel 2a-T5 Uitgangspunten ontwerp/detailengineering: gegevens TSA open bodemenergiesysteem

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Opmerking: de kolommen minimaal/gemiddeld/maximaal worden waar nodig gebruikt om bandbreedtes in energiestromen, maximale afwijkingen en jaargemiddelde verwachte waarden aan te geven.

	Eenheid	ontwerpsituatie		minimaal		maximaal	
		Gebouw zijdig	Grondwater zijdig	Gebouw zijdig	Grondwater zijdig	Gebouw zijdig	Grondwater zijdig
Ontwerpgegevens							
Transportmedium	-						
Ontwerpdebiet	m ³ /h						
Intredetemperatuur	°C						
Uittredetemperatuur	°C						
Drukval bij ontwerpdebiet	kPa						
Overdruk t.o.v. de atmosfeer ter hoogte van de TSA	kPa						
Overige							
Rekenen met vervuilingsfactor	m ² K/W						
Locatie van de omkeervoorziening	-						
Materiaal	-						
Scheiding: enkel/dubbel	enkel/dubbel						

Tabel 2a-T6 Uitgangspunten ontwerp/detailengineering: regeling en automatisering open bodemenergiesysteem

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Uitgangspunten	Eenheid		Opties:			
Regelbaarheid pompdebiet: lineair traploos regelbaar? (ja/nee)	-					
Minimale terugregelbaarheid bronpompen (% van maximale debiet)	%					
Maximale aantal starts en stops bronpompen per uur	-					
Methode waarmee de beoogde functionele werking is beschreven	-		* ISSO-publicatie 69 * ISSO-publicatie 69 aangevuld met objectgeoriënteerde aanpak.			
- Lijst met instellingen en setpoints van de ondergrondse installatie - Gegevens functiematrix - Gegevens instrumentatie en data ten behoeve van het bepalen van de SPFbes	-		* volledig * enkel de signalen die over de scheidslijn uitgewisseld worden			
Wordt er gebruik gemaakt van één geïntegreerde automatiseringsinstallatie? (ja/nee)	-					

Tabel 4a-T7 Afstemming van taken en verantwoordelijkheden beheer en onderhoud

Vastleggen bij de start van de beheerfase, in onderling overleg project specifiek vast te stellen.

Nr.	Taken en verantwoordelijkheden	Wie is verantwoordelijk?*	Toelichting
1	Certificaathouder beheren van het BES*		
2.1	Vergunninghouder omgevingsvergunning milieubelastende activiteit (aanleggen en gebruiken bodemenergiesysteem) Omgevingswet (open BES) / Meldingsplichtige Besluit omgevingsrecht (gesloten BES)		
2.2	Vergunninghouder omgevingsvergunning lozingsactiviteit op oppervlaktewaterlichaam		
3	Reageren op gebruikersklachten over (het functioneren van) het BES		
4	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden gebouwinstallatie (niet erkenningsplichtig)		
5	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden BES (niet erkenningsplichtig)		
6	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden warmtepomp(en) (niet erkenningsplichtig)		
7	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden automatiseringsinstallatie (niet erkenningsplichtig)		
8	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden Ondergronds Deel (erkenningsplichtig BRL 11.000)		

Opmerkingen;

*) De certificaathouder beheren van het BES is eindverantwoordelijk voor alle beheer- en onderhoudswerkzaamheden aan het BES;

**) Gedacht moet worden aan de (bedrijfs)naam van: 'Certificaathouder Energiecentrale BES BRL 6000-21/00', 'Certificaathouder Ondergrondse Deel BRL 11000', vergunninghouder, gebouweigenaar, onderhoudspartij BES, onderhoudspartij gebouwinstallatie, adviseur, etc.

Bijlage 2 Communicatietabellen gesloten bodemenergiesystemen

Deze bijlage is alleen van toepassing op gesloten bodemenergiesystemen.

Tabel 1b-T1 Verantwoordelijkheden ontwerpfase gesloten bodemenergiesystemen

Vastleggen bij de start van de ontwerpfase gesloten bodemenergiesystemen.
In onderling overleg projectspecifiek vast te stellen.

Onderwerp	Ontwerper Energiecentrale BES	Ontwerper Ondergrondse Deel	Andere partij
Energiecentrale BES			
Ontwerp Energiecentrale BES	x		
Systeemconcept Energiecentrale BES	x		
Uitgangspunten Energiecentrale BES (vraagspecificatie aan Ondergrondse Deel)	x		
Uitgangspunten energiebalans (koudeoverschot, sturingsmogelijkheden)	x		
Uitgangspunten TSA passieve koeling (indien van toepassing)	afstemmen	afstemmen	
SPF bodemenergiesysteem	x		
Ondergrondse Deel			
Ontwerp Ondergrondse Deel		x	
Haalbaarheid Ondergrondse Deel		x	
Ontwerp bodemwarmtewisselaar		x	
Toetsing op inpasbaarheid, bereikbaarheid en eigendomsrechten	afstemmen	afstemmen	
Vergunningen			
Vergunningen		x	
Vergunningaanvraag/melding bodemenergiesysteem		x	
Vergunningaanvraag/melding overig		afstemmen	afstemmen
...			
...			

Tabel 1b-T2 Oriënterende uitgangspunten gesloten bodemenergiesysteem

*Op basis van deze uitgangspunten wordt het geohydrologisch vooronderzoek uitgevoerd.
Aan te leveren door de ontwerper van de Energiecentrale BES.*

Parameter	Eenheid	Warmte leveren	Koude leveren
Energievraag aan de bodem	MWh/jaar		
Vermogensvraag aan de bodem	kW		
Laagste mediumtemperatuur gemiddelde van aanvoer en retour	°C		

Tabel 1b-T3 Resultaten geohydrologisch vooronderzoek gesloten bodemenergiesysteem

Beoordeling ondergrondse haalbaarheid, aan te leveren door de ontwerper van het ondergrondse deel.

Onderwerp	Beoordeling
Is de bodem geschikt voor toepassing van een bodemenergiesysteem?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Artesisch water / hoge waterstanden	
Opboren verontreinigde grond	
...	
Is het bodemenergiesysteem haalbaar t.a.v. bestaande omgevingsbelangen?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Interferentie bodemenergiesystemen	
Beïnvloeding overige onttrekkingen	
Kabels en leidingen in de bodem	
...	
Past het bodemenergiesysteem binnen de wettelijke eisen en beleid?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Interferentiegebied / masterplan	
Beschermingsgebieden (provincie, waterbeheerder, rijkswegen, spoorwegen)	
Afwijkende regels met betrekking tot de energiebalans	
Vergunningplichtig? Ja/nee	
Melding nodig? Ja/nee	
Ontheffing voor boor- / drukwerkzaamheden nodig (Provincie)? Ja/nee	
Keurontheffing nodig (Hoogheemraadschap-/waterschap) Ja/nee	
Vergunning nodig voor aanleggen leidingen in gemeente-/rijksgrond? Ja/nee	
Andere van toepassing zijnde vergunningen/meldingen?	
...	
Welke mogelijkheden zijn er voor lozing?	
<i>Specifieke aandachtspunten en risico's:</i>	
Zout grondwater	
...	
Oriënterend bronontwerp	
Bereikbaarheid locatie (voldoende/onvoldoende)	
Beschikbaar grondoppervlak (m ²)	
Benodigd grondoppervlak (m ²)	
Natuurlijke bodemtemperatuur aan maaiveld (°C)	
Warmtegeleidingscoëfficiënt van de bodem (W/m.K)	
Aantal wisselaars (-)	
Lengte wisselaars (m)	
Laagste mediumtemperatuur gemiddelde van aanvoer en retour (°C)	

Tabel 1b-T4-klein Ontwerpgegevens gesloten bodemenergiesysteem individuele woning

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Nr.	Ontwerpgegevens				Eenheid	Verwarmen (ruimte- verwarming)	Warm- tapwater (indien van toepassing)	Koelen *)
1.	Verdampervermogen				W			
2.	Temperatuur verdamper in				°C			
3.	Temperatuur verdamper uit				°C			
4.	Prognose jaarlijkse energiebehoefte				kWh			
5.	Aantal equivalente vollasturen				Haeq			
6.	Drukverlies verdamper bij ontwerp volumestroom				Pa			
7.	Maximale opvoerhoogte verdamper-/bronnepomp				Pa			
8.	Minimale volumestroom verdamper-/bronnepomp				l/s			

*) Indien er passief wordt gekoeld in de zomer, dan moeten de ontwerpgegevens van punt 2 t/m 6 worden ingevuld voor de warmtewisselaar passieve koeling;

Tabel 1b-T4-groot Ontwerpuitgangspunten gesloten bodemenergiesystemen

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Ontwerpgegevens			Eenheid	Verwarmen (ruimte- verwarming)	Warm- tapwater (indien van toepassing)	Passief koelbedrijf (indien van toepassing)	Actief koelbedrijf (indien van toepassing)
Ontwerpconditie waarvoor onderstaande gegevens geldig zijn (circulatiemedium bodemzijde °C/ water gebouwzijde			°C / °C				
Condensorvermogen warmtepomp			kW			n.v.t.	
Verdampervermogen warmtepomp			kW			n.v.t.	
Compressorvermogen warmtepomp			kW			n.v.t.	
COP warmtepomp			-			n.v.t.	
Temperatuurverschil over verdamper			K				
Temperatuurverschil over condensor			K				
Vermogen passieve koeling (indien van toepassing)			kW	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
Aanvoer- en retourtemperatuur gebouwzijdig passieve koeling (indien van toepassing)			°C / °C	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
Volumestroom bronpomp of verdamper/condensorpomp (bodemzijdig, afhankelijk van bedrijfssituatie)	min		l/s				
	ontwerp		l/s				
	max		l/s				
Drukverlies aan bodemzijde warmtepomp bij ontwerp volumestroom			Pa			n.v.t.	
Maximale opvoerhoogte bronpomp of verdamper/condensorpomp (bodemzijdig, afhankelijk van bedrijfssituatie)			Pa				
Prognose maandelijkse levering warmte en koude met de energiecentrale BES			kWh/maand				
Prognose maandelijkse levering warmte en koude met het Ondergrondse Deel (totaal warmte en totaal koude)			kWh/maand				
SPF _{BES} (totaal verwarmen en koelen)			-				

Tabel 2b-T5-klein Uitvoeringsgegevens gesloten bodemenergiesysteem individuele woning

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Nr.	Uitvoeringsgegevens	Eenheid	
1.	Aansluitdiameters van de warmtepomp voor het Ondergrondse Deel	mm	
2.	Aansluitdiameters van de warmtewisselaar passieve koeling voor het Ondergrondse Deel (indien van toepassing)	mm	
3.	Opstellocatie warmtepomp in de woning ten behoeve van bronleidinglengte en weerstand		

Tabel 2b-T5-groot Ontwerpgegevens bodemwarmtewisselaar (en TSA passieve koeling, indien van toepassing) gesloten bodemenergiesysteem

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Ontwerpgegevens	Gebouwszijdig	Bronzijdig	Eenheid
a) Circulatiemedium			
b) In het geval van water-glycol als circulatiemedium: type antivriesmiddel	n.v.t.		
c) In het geval van water-glycol als circulatiemedium: volumepercentage glycol	n.v.t.		vol%
d) In het geval van water-glycol als circulatiemedium: laagst toelaatbare mediumtemperatuur (gemiddelde aanvoer en retour na 25 jaar)	n.v.t.		°C
Drukval bij ontwerpdebiet			kPa
Overdruk ten opzichte van de atmosfeer ter hoogte van de TSA als onderdeel van het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem			kPa
TSA, overige gegevens (indien van toepassing)			
Ontwerpgegevens			
Materiaal warmtewisselaar			-
Scheiding: enkel / dubbel			-

Opmerking: De verdampers van een warmtepomp kan de plaats innemen van een scheidingswarmtewisselaar (TSA).

Tabel 2b.T6-groot Uitgangspunten ontwerp/detailengineering gesloten bodemenergiesysteem

Vraagspecificatie van de ontwerper van de energiecentrale aan het ondergronds deel.

Uitgangspunten	Eenheid		Opties
Regelbaarheid pompdebiet: lineair traploos regelbaar? (ja/nee)			
Minimale terugregelbaarheid bronpomp (% van maximale debiet)	%		
Aantal capaciteitstrappen warmtepomp	-		
Methode waarmee de beoogde functionele werking is beschreven			* ISSO-publicatie 69 * ISSO-publicatie 69 aangevuld met objectgeoriënteerde aanpak.
- Lijst met instellingen en setpoints van de ondergrondse installatie - Gegevens functiematrix - Gegevens instrumentatie en data ten behoeve van het bepalen van de SPFBes			* volledig * enkel de signalen die over de scheidslijn uitgewisseld worden
Wordt er gebruik gemaakt van één geïntegreerde automatiseringsinstallatie? (ja/nee)			
Uitvoeringsgegevens			
Uitgangspunten regeling en automatisering			
Specificatie(s) van de verdamper-/bronnpompen	-		
Is er een buffervat toegepast? (ja/nee)			
Indien er een buffervat is toegepast: op welke wijze is de buffer aangesloten?			- Serie in aanvoer - Serie in retour - Parallel
Elektrische aansluiting: begrensde aanloopstroom warmtepomp	A		
Elektrisch vermogen bronpomp	W		
Aansluitdiameters van de warmtepomp bronzijdig	mm		
Type aansluitflens	-		
Opstellocatie warmtepomp ten behoeve van bronleidinglengte en weerstand	-		

Tabel 4b-T7 Afstemming van taken en verantwoordelijkheden beheer en onderhoud

Vastleggen bij de start van de beheerfase, in onderling overleg project specifiek vast te stellen.

Nr.	Taken en verantwoordelijkheden	Wie is verantwoordelijk?*	Toelichting
1	Certificaathouder beheren van het BES*		
2	Vergunningshouder Omgevingswet (open BES) / Meldingsplichtige Besluit omgevingsrecht (gesloten BES)		
3	Reageren op gebruikersklachten over (het functioneren van) het BES		
4	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden gebouwinstallatie (niet erkenningsplichtig)		
5	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden BES (niet erkenningsplichtig)		
6	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden warmtepomp(en) (niet erkenningsplichtig)		
7	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden automatiseringsinstallatie (niet erkenningsplichtig)		
8	Onderhouds- en reparatiewerkzaamheden Ondergronds Deel (erkenningsplichtig BRL 11.000)		

Opmerkingen;

*) De certificaathouder beheren van het BES is eindverantwoordelijk voor alle beheer- en onderhoudswerkzaamheden aan het BES;

**) Gedacht moet worden aan de (bedrijfs)naam van: 'Certificaathouder Energiecentrale BES BRL 6000-21/00', 'Certificaathouder Ondergrondse Deel BRL 11000', vergunninghouder, gebouweigenaar, onderhoudspartij BES, onderhoudspartij gebouwinstallatie, adviseur, etc.

Bijlage 3 Ontwerpnormen voor open bodemenergiesystemen

Deze bijlage is informatief. 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:

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

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

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

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

$v_{\text{verstopping}}$ = specifieke verstoppingssnelheid (m/j)

standaardwaarde 0,1 m/j

MFI = gemeten MFI (s/l²)

standaardwaarde 2 s/l²

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:

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

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

Voorbeeld van bepaling boordiameter en filterlengte van de bron

Capaciteit van de bron: $Q = 60 \text{ m}^3/\text{uur}$ (onttrekking en infiltratie)

Doorlatendheid watervoerend pakket : $k = 20 \text{ m/d}$

Aantal equivalente vollasturen infiltratie: $u_{\text{eq}} = 1.000 \text{ uur/jaar}$

1. ontwerpnorm voor onttrekking:

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

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

2. ontwerpnorm voor infiltratie

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

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

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

De norm voor infiltratie blijkt maatgevend. Mogelijke combinaties van boordiameter en filterlengte voor een boorgatwand van 40 m²:

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

2. Het voorkomen van bodemsplijting

Bodemsplijting treedt normaliter niet op als de injectiedruk (in mwk) niet meer bedraagt dan een vijfde van de diepte van de top van het filter. Als vuistregel geldt:

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

Om te bepalen welke maximale stijghoogteveranderingen mogen optreden ter hoogte van het meest kritische punt onder maaiveld, 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 worden bepaald uit de verticale korrelspanning, met behulp van de wet van Coulomb. De verticale korrelspanning kan worden bepaald uit de grondspanning en waterspanning. De formules om deze spanningen te bepalen staan beschreven in Olsthoorn (KIWA-mededeling nr. 71 Verstopping van persputten) en andere literatuur over grondmechanica.

Injectiedruk

Tijdens het infiltreren van water in de bodem wordt de stijghoogte in het opslagpakket in en direct rond de bron 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 is de verhoging minder groot dan bij een klein doorlaatvermogen (bij eenzelfde debiet).

Uitgaande van volkomen bronfilters (filters worden geplaatst over de gehele hoogte van het watervoerende pakket) kan de stijghoogteverandering voor een doublet worden berekend aan de hand van de volgende formule:

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

Δh : stijghoogteverandering [m]

q_v : debiet [m^3/h]

k : doorlatendheid van het watervoerende pakket [m/d]

H : filterlengte [m]

L : bronafstand [m]

r_b : straal boorgat [m]

Tijdens het ontwerp moet rekening worden gehouden met de stijghoogteverhoging. Bij te grote verhoging kan de zogeheten 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 voor energieopslag een bronafstand aangehouden van drie keer de thermische straal. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het systeem thermisch in balans is en dat thermische kortsluiting wordt voorkomen. 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.

De thermische straal wordt als volgt gedefinieerd:

$$R_{th} = \sqrt{\left(\frac{C_w \cdot Q}{C_a \cdot H \cdot \pi} \right)}$$

- R_{th} : thermische straal van de opgeslagen koude of warmte [m]
 C_w : warmtecapaciteit van water [J/m³K]
 C_a : warmtecapaciteit van de aquifer [J/m³K] (=n C_w + (1-n) C_r ; zie onderdeel 'warmtecapaciteit')
 Q : de onttrokken of geïnjecteerde hoeveelheid water per seizoen [m³]
 H : filterlengte [m]

Warmtecapaciteit

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

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

- C_a : warmtecapaciteit aquifer [J/ m³K]
 C_w : warmtecapaciteit water [J/ m³K]
 C_r : warmtecapaciteit korrel skelet [J/ m³K]
 n : porositeit [-]

Voor een watervoerend pakket dat bestaat 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 media de warmtecapaciteiten weergegeven. Hierbij wordt uitgegaan van een temperatuur van 20 °C; behalve voor water: daarvoor geldt een temperatuur van 10 °C.

Tabel Warmtecapaciteit van het bodemmateriaal

Bodem materiaal	C_r [MJ/ m ³ 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 ³ /h]	0					60 Hz

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

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

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

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

Bijlage 4 Controle op dichtheid van gesloten bodemenergiesystemen

Deze bijlage is alleen van toepassing op gesloten bodemenergiesystemen.

Inleiding

In deze bijlage staat een overzicht van eisen rond de controle op de dichtheid van gesloten bodemenergiesystemen. Binnen dit protocol kennen we drie controlemomenten:

1. Ingangscontrolé ingekochte wisselaar(s)
2. Controlé vóór het inbouwen van de bodemwarmtewisselaar
3. Controlé bij in bedrijf stellen

De controlé bij de eerste twee controlemomenten zijn gericht op de individuele bodemwarmtewisselaars, het derde controlemoment is van toepassing op het hele ondergrondse deel van gesloten bodemenergiesystemen, inclusief de transportleidingen tot in het gebouw.

1. Ingangscontrolé ingekochte wisselaar(s)

In eis 3b.3 staat de check op het ingekochte materiaal beschreven. Controléstappen zijn:

- Visuele controlé op beschadigingen van het buismateriaal en de u-bocht.
- De projectleider checkt of de wisselaar(s) voldoen aan BRL 5219 of SKZ HR 3.26.
- De projectleider checkt of de wisselaar fabrieksmatig is afgeperst, of het bedrijf perst de wisselaar zelf af.

Deze stappen maken onderdeel uit van de inkoopprocedure van het bedrijf.

Visuele controlé

Bij de ingangscontrolé van de ingekochte bodemwarmtewisselaar(s) wordt een visuele controlé uitgevoerd:

- op beschadigingen van het buismateriaal
- op beschadigingen van de u-bocht bij verticale warmtewisselaars.

Check of de wisselaar(s) voldoen aan BRL 5219 of SKZ HR 3.26:

De projectleider controléert de wisselaar(s) op één van de volgende manieren:

- *als de leverancier het buismateriaal produceert volgens of levert met een certificaat voor BRL 5219 of voor SKZ HR 3.26: het boorbedrijf bestelt op deze specificatie en voert een visuele ingangsbeoordeling uit, als onderdeel van de eigen beoordelingsprocedure van producten en leveranciers, of;*
- *als de leverancier het buismateriaal niet levert onder certificaat of keuring en het materiaal ook fysiek niet herkenbaar is als geleverd volgens of met een certificaat voor BRL 5219 of voor SKZ HR 3.26: het boorbedrijf draagt zelf zorg voor een ingangsbeoordeling van het product, die ten minste een beoordeling op de eisen uit BRL 5219 of uit SKZ HR 3.26 omvat.*

Check of de wisselaar fabrieksmatig is afgeperst, of het bedrijf perst de wisselaar zelf af

De wisselaar is fabrieksmatig afgeperst, of het bedrijf perst de wisselaar zelf af. Bij een verticale warmtewisselaar wordt het afpersen uitgevoerd inclusief de u-bocht. Het afpersen is uitgevoerd op een druk die overeenkomt met de werkdruk van het buismateriaal. Dit wordt aangetoond met een certificaat of afpersrapport.

2. Controle vóór het inbouwen van de bodemwarmtewisselaar

In eis 3b.5 staat de controle beschreven, die plaatsvindt op de projectlocatie, voordat de bodemwarmtewisselaar wordt ingebouwd. Controlestappen zijn:

- Visuele controle op beschadigingen van het buismateriaal en de u-bocht
- Spoelen en vullen met schoon leidingwater
- Dichtheidscontrole van de wisselaar

Deze controlestappen worden bij elke individuele wisselaar uitgevoerd.

Visuele controle:

Omdat er tijdens het transport, zowel over de weg als in het veld, de bodemwarmtewisselaar kan beschadigen dient de wisselaar nogmaals visueel gecontroleerd te worden, kort voordat de lus wordt ingebracht in het boorgat.

Spoelen en vullen:

Voordat de bodemwarmtewisselaar wordt ingebracht wordt hij gevuld en doorgespoeld met schoon leidingwater. Hierbij worden eventuele aanwezige vuildeeltjes en lucht uit de bodemwarmtewisselaar gespoeld. Tevens zorgt het ervoor dat de bodemwarmtewisselaar beter zakt en dat het eventuele risico op imploderen van de leiding beperkt wordt tot een minimum.

Dichtheidscontrole:

De bodemwarmtewisselaar wordt op waterleidingdruk gebracht. De wisselaar wordt na het op druk zetten visueel gecontroleerd op lekkages en de druk wordt gemeten. Er mogen geen lekkages zijn, en de druk mag niet teruglopen in de wisselaar.

3. Controle bij in bedrijf stellen

In eis 3b.7 staat de controle beschreven die bij testen en in bedrijf stellen plaatsvindt:

- Spoelen, vullen en ontluchten met schoon leidingwater
- Afpersen van het totale ondergronds systeem: mechanische sterktetest
- Afpersen van het totale ondergronds systeem: dichtheidsbeproeving

Deze controlestappen worden uitgevoerd voordat de sleuf van horizontale leidingen wordt aangevuld.

Alle resultaten uit de bovengenoemde testen moeten opgenomen worden in een afpersrapport. Dit afpersrapport wordt toegevoegd aan het Revisiepakket. In de rapportage moeten minimaal de parameters uit het voorbeeld aan het eind van deze bijlage 4 staan.

Spoelen, vullen en ontluchten:

Nadat alle bodemwarmtewisselaars zijn ingebracht en het horizontale leidingwerk is aangebracht, wordt het totale ondergronds systeem gevuld en gespoeld met schoon leidingwater en ontlucht. Het systeem wordt gespoeld met tenminste vier maal de natte inhoud van het systeem. Tijdens het spoelen dient de debiet te worden gecontroleerd, het systeem mag geen verstopping vertonen.

Eisen stroomsnelheid bij spoelen:

Voor het spoelen moeten de volgende debieten worden aangehouden:

- 1,0 m³/h voor bodemwarmtewisselaar met een diameter van 0,025 meter;
- 1,8 m³/h voor bodemwarmtewisselaar met een diameter van 0,032 meter;
- 2,5 m³/h voor bodemwarmtewisselaar met een diameter van 0,040 meter.

Afpersen – mechanische sterktest

Als het totale leidingwerk volledig ontlucht, gevuld en gespoeld is, kan er gestart worden met het afpersen van het totale leidingwerk. Bij het afpersen is het systeem gevuld met schoon leidingwater.

- *In deze stap wordt het gehele leidingwerk op een druk van 5 bar gebracht (0,5 MPa). Dit dient gecontroleerd te worden op basis van aangebrachte manometers in het af te persen circuit. De manometers hebben een geschikt meetbereik en een geschikte afleesnauwkeurigheid.*
- *Na het op druk brengen wordt het gehele leidingwerk visueel gecontroleerd, waarbij er extra aandacht moet zijn voor alle (las)koppelingen (zwakste punten) in het veld.*
- *Na het op druk zetten wordt na 10 minuten de druk opnieuw afgelezen.*
- *De toegestane drukdaling is maximaal 0,3 bar.*
- *Als de druk gedurende 10 minuten gelijk is gebleven of minder dan 0,3 bar is gedaald, dan is de mechanische sterktest goedgekeurd.*

Als de druk na 10 minuten met meer dan 0,3 bar is gedaald, dan is de mechanische sterktest afgekeurd. De tijdsduur van deze test is relatief kort, waardoor andere factoren (zoals bijvoorbeeld temperatuurverschillen) nog van invloed kunnen zijn op de testresultaten. De mechanische sterktest moet dan herhaald worden, waarbij het systeem vooraf langer op druk heeft gestaan.

Afpersen - dichtheidsbeproeving

De dichtheidsbeproeving wordt na de mechanische sterktest uitgevoerd, met een lagere druk. Bij een lagere druk worden lekkages in foutief gemonteerde verbindingen eerder opgespoord dan bij hoge druk waarbij een eventuele lek kan worden dichtgedrukt door relaxatie (ook wel kruip genoemd) van de HDPE leiding.

- *In deze stap wordt de druk in het gehele leidingwerk teruggebracht naar 1 bar (0,1 MPA). Dit dient gecontroleerd te worden op basis van aangebrachte manometers in het af te persen circuit. De manometers hebben een geschikt meetbereik en een geschikte afleesnauwkeurigheid.*
- *Na het op druk brengen wordt het gehele leidingwerk visueel gecontroleerd, waarbij er extra aandacht moet zijn voor alle (las)koppelingen in het veld.*
- *In deze fase wordt onderscheid gemaakt tussen systemen voor een individuele woning en overige systemen.*

Systemen voor een individuele woning:

- *Na het op druk zetten wordt na 30 minuten de druk opnieuw afgelezen.*
- *De toegestane drukdaling is maximaal 0,1 bar.*
- *Als de druk gedurende 30 minuten gelijk is gebleven of minder dan 0,1 bar is gedaald, dan is de dichtheidsbeproeving goedgekeurd.*

Overige gesloten systemen:

- *Na het op druk zetten wordt na 60 minuten de druk opnieuw afgelezen.*
- *De toegestane drukdaling is maximaal 0,1 bar.*
- *Als de druk gedurende 60 minuten gelijk is gebleven of minder dan 0,1 bar is gedaald, dan is de dichtheidsbeproeving goedgekeurd.*

Als de druk na 30 of 60 minuten met meer dan 0,1 bar is gedaald, dan is de mechanische sterktest afgekeurd. De tijdsduur van deze test is relatief kort, waardoor andere factoren (zoals bijvoorbeeld temperatuurverschillen) nog van invloed kunnen zijn op de testresultaten. De mechanische sterktest moet dan herhaald worden, waarbij het systeem vooraf langer op druk heeft gestaan.

Voorbeeld rapportage

RAPPORTAGE STERKTE- EN DICHTHEIDSBEPROEVING					
Projectnummer					
Projectadres					
Bedrijf					
Datum uitgevoerde controle					
Controle uitgevoerd door					
Type systeem:	<input type="checkbox"/> Systeem voor een individuele woning <input type="checkbox"/> Overig systeem				
SPOELEN (MET LEIDINGWATER)					
Spoelsnelheid [m ³ /h]					
Tijdsduur spoelen [min.]					
STERKTE- EN DICHTHEIDSBEPROEVING					
	Testdruk [bar]	Testduur [minuten]	Druk eind [bar]	Manometer-nummer	Opmerking
Mechanische Sterktest	5				
Dichtheidsbeproeving	1				
					Paraaf