

Stappenplan

Winning Aardwarmte voor Glastuinbouw



Rik van den Bosch:
Ben Flipse:
Radboud Vorage:

Vleestomatenbedrijf A+G van den Bosch
Ammerlaan Grond & Hydrocultuur VOF
GreenhouseGeoPower



Voor een krachtige klimaatneutrale glastuinbouw

Inhoud

1 - Inleiding	2 >
2 - Principe van aardwarmtewinning	5 >
3 - Stappenplan	11 >
4 - Kosten realisatie aardwarmte-installatie	29 >
5 - Valkuilen	33 >
6 - Conclusies en Tips	35 >
7 - Concept exploitatie	37 >
Aardwarmteprojecten in Nederland, medio 2013	38 >
Praktische adressen en websites	39 >



1

Inleiding

In de Nederlandse glastuinbouw wordt overwegend (meer dan 98%) aardgas gebruikt voor de levering van warmte. 'Hoogwaardig' aardgas en andere fossiele brandstoffen zijn echter niet onuitputtelijk en dus zal moeten worden gezocht naar alternatieven voor de langere termijn.

Ook de plannen voor de reductie van CO₂-emissie, zoals vastgelegd in het Kyoto-verdrag, dragen bij aan de noodzaak om alternatieven te zoeken. In het kader van het energieakkoord en de beleidsbrief tuinbouw hebben de glastuinbouw en de overheid in het convenant Schone en zuinige agrosectoren een aantal meetbare (streef)doelen afgesproken. Dit maakt deel uit van het innovatie- en actieprogramma Kas als Energiebron.

Doelen en ambities Kas als Energiebron 2020

De glastuinbouw heeft afgesproken in 2020 de CO₂-uitstoot beperkt te hebben tot maximaal 6,2 Mton; door energiebesparing te combineren met een groter deel duurzame energie in plaats van fossiele brandstof. Dit komt neer op een vermindering van de CO₂-uitstoot met circa 3 procent per jaar.

De glastuinbouw wil in 2020:

- in nieuwe kassen klimaatneutraal kunnen telen, op een rendabele manier;
- voor bestaande kassen teeltconcepten en technieken hebben ontwikkeld waarmee op een rendabele manier met de helft van de hoeveelheid fossiele brandstof geproduceerd kan worden (ten opzichte van 2010).

Eén van de alternatieven voor aardgas is diepe aardwarmte. De glastuinbouw is een goede kandidaat om aardwarmte te benutten. Dat komt omdat de glastuinbouw veel behoefte heeft aan warmte van tussen de ca. 55 en 90 graden en ook veel kennis heeft over het optimaal benutten van warmte in de tuinbouwkas. Bovendien heeft de tuinbouw een geconcentreerde warmtevraag en dat past goed bij levering op één punt via een aardwarmtebron. Op diverse plekken in Nederland is de geologie van dien aard dat er voldoende warm water van de juiste temperatuur opgepompt kan worden. Tuinders beschikken al over een verwarmingsnet in de kas en hoeven dus alleen te investeren in een aardwarmtebron, bijbehorende apparatuur en aansluitingen. Dat betreft overigens een forse investering, van tussen de 6 en 15 miljoen.

Aardwarmte, ook wel geothermie genoemd, biedt voor de tuinbouw een zeer mooi perspectief om te verduurzamen en tegelijk ook meer grip te krijgen op de wisselende prijzen voor fossiele energie. De eerste toepassing van aardwarmte bij vleestomatenproducent A+G van den Bosch betekende een (teelt)technische doorbraak in de Nederlandse tuinbouw. Een bredere doorbraak wordt echter nog vertraagd door de grote investeringen die ermee gepaard gaan en de geologische onzekerheden. Ondanks uitgebreid geologisch onderzoek weet een initiatiefnemer vooraf niet precies hoeveel warmte hij zal aantreffen en of het mogelijk is dit rendabel te exploiteren. Dit geologische risico is deels te verzekeren.

In 2008 en 2009 is er grote belangstelling ontstaan voor aardwarmte, mede ingegeven door de hoge energieprijzen in de zomer van 2008. Dit heeft ertoe geleid dat ook andere tuinders initiatieven zijn gaan ontwikkelen. Daarbij is naar diepere lagen geboord met als gevolg hogere temperaturen (tot ca. 90 graden). In het eerste project van Van den Bosch wordt water van 60°C opgepompt. Door met lage buistemperaturen in de kas (lager dan 30°C) te werken is dit economisch interessant. In het meest recente project bij Agriport A7 (Energie Combinatie Wieringermeer) wordt water opgepompt van rond de 90°C.



Doordat er bronnen beschikbaar kwamen met grotere thermische vermogens (meer debiet en een hogere temperatuur) zijn er samenwerkingsverbanden van tuinders ontstaan zoals Aardwarmtecluster in Koekoekspolder of Green Well Westland. Ammerlaan Grond en Hydrocultuur en A+G van den Bosch hebben er voor gekozen om warmte aan derden te gaan leveren. Door de beschikbaarheid vanaf 2012 van een SDE-subsidie op geproduceerde aardwarmte, kan aardwarmte concurreren met fossiele brandstoffen. Ondanks een 8-tal gerealiseerde projecten in Nederland, en een aantal projecten in ontwikkeling, is er nog veel onbekend over aardwarmte. Ieder nieuw project draagt bij aan de verdere kennisontwikkeling van geothermie in de tuinbouw.

Teler Rik van den Bosch stelde in maart 2009 het eerste stappenplan voor de winning van aardwarmte op, zodat geïnteresseerden zijn ervaringen in de praktijk kunnen gebruiken. De recente ervaringen bij onder andere Ammerlaan en het eerste Aardwarmtecluster in Koekoekspolder zijn gebruikt om dit stappenplan te actualiseren. Daarbij is ook de ervaring van andere projecten meegenomen en is er meer aandacht geschonken aan de eisen die de vergunningverlener (EZ) en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) aan initiatiefnemers stellen. Deze ontwikkelingen zijn in hoofdlijnen in deze brochure verwerkt.

De mogelijkheden van aardwarmte zijn bijzonder groot. In de aardkern zit veel warmte opgeslagen. In de buitenste 6 kilometer van de aardkorst ligt aan warmte al 50.000 keer meer energie opgeslagen dan de totale olie- en gasvoorraad. De grote uitdaging is hoe deze energie gewonnen kan worden en het beste en verstandig benut kan worden.

De belangrijkste voordelen van aardwarmte zijn:

- Stabiele warmtekosten;
- Continue, regelbare levering;
- Risicospreiding energiekosten (in combinatie met WKK en ketel);
- Reductie van het gebruik fossiele brandstof;
- Minder CO₂-emissie (denk aan CO₂-sectorsysteem);
- Verduurzaming (denk aan 'licence to produce');
- Aardwarmte-installatie kan lang mee gaan tot 30 jaar of meer mee bij goed beheer.

Wanneer uit geologisch onderzoek blijkt dat er voldoende aardwarmte beschikbaar is biedt dat een kans op levering van een continue hoeveelheid warmte. Bij de aanleg van een aardwarmtebron wordt gebruik gemaakt van bewezen technieken uit de olie- en gasindustrie, echter voor de tuinbouw is het nog een relatief nieuwe technologie. Door de eerste projecten is veel kennis opgedaan, die voor nieuwe initiatiefnemers van groot belang is. In deze brochure is die kennis verzameld in de vorm van een stappenplan; de eerste stap naar meer succesvolle aardwarmteprojecten.

Omdat aardwarmte in Nederland nog een relatief 'nieuwe tak van sport' is, is het belangrijke dat initiatiefnemers zich goed laten informeren door bijvoorbeeld de informatie te raadplegen op www.energiek2020.nu (kennis- en nieuwsplatform van de Kas als Energiebron) of contact op te nemen met het Platform Geothermie: www.geothermie.nl of een bezoek te brengen aan een van de reeds draaiende geothermie projecten. Dit stappenplan is bedoeld voor tuinders die zich aan het oriënteren zijn op het realiseren van een eigen aardwarmtebron.

Dit stappenplan is gefinancierd door het Programma Kas als Energiebron.



Het Programma Kas als Energiebron is het innovatie- en actieprogramma voor een krachtige klimaatneutrale glastuinbouw in Nederland. Het Productschap Tuinbouw, het Ministerie van EZ en LTO Glaskracht Nederland, zijn initiatiefnemers, trekkers en financiers.
December 2013



2

Principe van aardwarmtewinning

Een voorwaarde om aardwarmte (of geothermie) te kunnen 'produceren', is dat er een watervoerend zandpakket aanwezig is in de bodem. De winning ervan vereist minimaal 2 boringen, één voor de aanvoer van warm water uit de diepte en de ander voor de afvoer van het afgekoelde water. Om een beeld te geven: bij een boring naar 2 kilometer diepte wordt wat aardlagen betreft 150 miljoen jaar teruggegaan in de tijd.

Naarmate dieper in de aardkost wordt doorgedrongen, stijgt de temperatuur. In Nederland bedraagt die stijging ongeveer 31°C per kilometer. Rekening houdend met een gemiddelde jaartemperatuur van ongeveer 10 tot 15°C aan het oppervlak kan de temperatuur op 3 kilometer diepte dus tot meer dan 100°C oplopen. Aan deze lagen op grote diepte wordt zout water met een hoge temperatuur onttrokken. Dit noemen we formatiewater: grondwater in diepe lagen dat geen deel uitmaakt van de waterkringloop. Niet overal in Nederland heeft het formatiewater op dezelfde diepte, dezelfde temperatuur. De temperatuur en samenstelling van het water kan per regio en geologische formatie verschillen.

De bron van aardwarmte, watervoerende lagen ofwel aquifers, is in nagenoeg de hele ondergrond van Nederland aanwezig. Voor winning van voldoende warmte om huizen of kassen te verwarmen zijn echter grote hoeveelheden warm water nodig. Voor een economisch rendabele aardwarmte-installatie is het daarom noodzakelijk dat, naast een goede temperatuur in de watervoerende lagen er ook sprake is van voldoende doorstroming. Er moet ongeveer 100 tot 200 kubieke meter per uur kunnen worden opgepompt én weer in de bodem geïnjecteerd kunnen worden.

De doorstroombaarheid van een watervoerende laag, zoals zandsteen of kalksteen, hangt af van de doorlatendheid (permeabiliteit) en de dikte van de laag. Breuken in de laag kunnen de doorlatendheid vergroten of verkleinen, maar kunnen ook tot grotere risico's leiden. In verkarste zones, zoals in de kolenkalk-laag in het zuiden van het land, zijn goede doorlatendheden gemeten. In algemeenheid kan gesteld worden dat de doorlatendheid en dikte van de laag in een zeker evenwicht met elkaar moeten zijn om voldoende doorstroming (debiet) op te kunnen leveren. Daarom zijn niet alle watervoerende lagen geschikt voor het winnen van aardwarmte. De meest geschikte lagen zijn diep liggende aquifers in zandsteen in Friesland en Groningen, Noord- en Zuid-Holland, Zuid-Oost Drenthe en Noord-Brabant. Maar de meeste vergunning-aanvragen voor nieuwe boringen zijn gericht op Zuid-Holland, waar een hoge warmtevraag is.

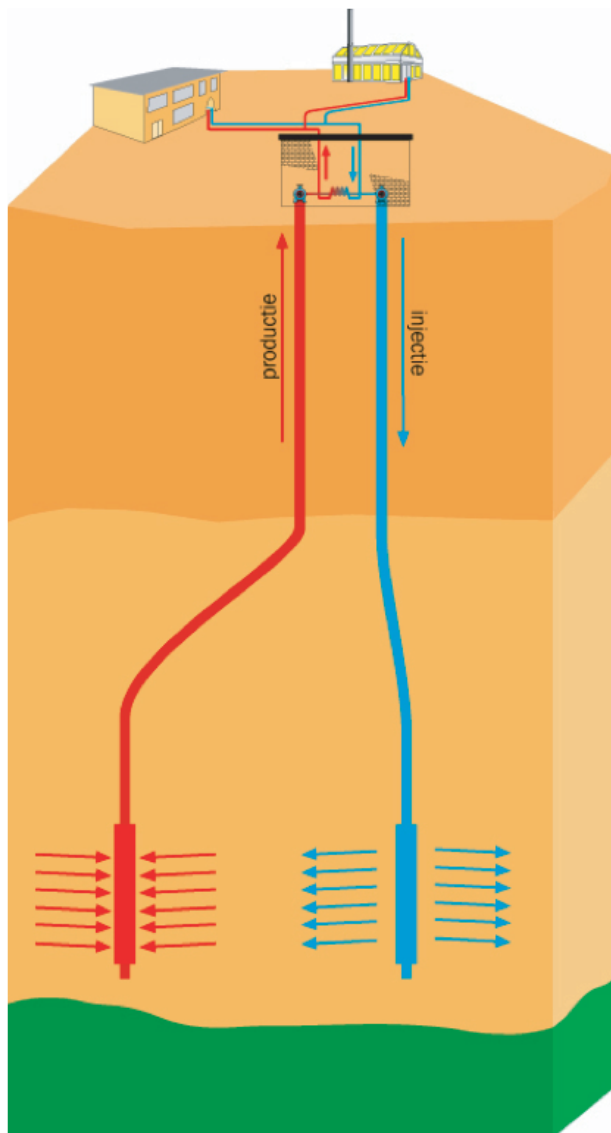
In deze gesteenten wordt op een groot aantal plekken ook olie en/of gas aangetroffen. De olie- en gasmaatschappijen in Nederland beschikken dan ook over ruime kennis van deze geologische formaties. Om de zoektocht naar geschikte locaties voor aardwarmte in Nederland te versnellen, heeft TNO in 2010 het geothermisch informatiesysteem ThermoGIS ontwikkeld.

Het warme water uit de diepe geologische lagen wordt opgepompt via een geboorde productieput. Vervolgens wordt het door een warmtewisselaar geleid waarna het met een lagere temperatuur via een injectieput weer in dezelfde grondlaag (formatie) geïnjecteerd wordt (zie tekening op pagina 7). De twee putten vormen een zogeheten doublet, waarbij beide putten ter hoogte van de watervoerende laag ongeveer 1 tot 2 kilometer uit elkaar liggen. De op deze manier onttrokken warmte uit de watervoerende laag (reservoir) op grote diepte wordt aardwarmte genoemd.

Het afgekoelde water terugpompen is noodzakelijk omdat het opgepompte water in het algemeen een hoog zoutgehalte heeft en om die reden niet mag worden geloosd op oppervlaktewater. Bovendien blijft de druk in de ondergrondse watervoerende laag zo op peil.

Aan terugpompen zit een aantal nadelen. Vooral weinig verkitte zandsteenlagen in de grond die rijk zijn aan kleimineralen, zijn soms gevoelig voor verstopping door de verplaatsing van fijne deeltjes. Daarnaast kunnen zwevende (olie) deeltjes en (zout) neerslagen voor verstopping zorgen. Verstopping/vervuiling van de injectieput vermindert de doorlatendheid van de grondlaag. Dit heeft weer tot gevolg dat de druk om het water te injecteren moet worden verhoogd, waardoor de elektriciteitskosten van de hiervoor benodigde injectiepomp toenemen en de rentabiliteit van de aardwarmte-installatie afneemt.

Incidenteel is gebleken dat er bij het oppompen van formatiewater ook enige olie-bijvangst optreedt en iets algemener, dat er gas uittreedt. Dit gas lijkt meestal op aardgas met een hoog methaan gehalte. Om het gas en de olie te scheiden van het formatiewater is het nodig om een 'degasser' of 'separator' te installeren. Ook kan het nodig zijn om filterinstallaties te installeren die grote hoeveelheden formatiewater kunnen zuiveren. De meeste geothermie projecten beschikken over deze apparatuur.



Het principe van aardwarmtewinning

Bij de aanleg van een aardwarmte-installatie vormen de productie- en injectieput samen het zogeheten puttendoublet. Meestal worden beiden vanuit één locatie schuin geboord. Voordelen van schuin boren zijn:

- Het traject door de formatielaag waaruit gewonnen wordt is langer doordat het schuin doorsneden wordt (meestal onder een hoek van 35 tot 45 graden).
- Er kan geboord worden naar het meest geschikte deel van de formatie vanaf een locatie (meestal eigen grondgebied).

- Er zijn geen lange dure geïsoleerde zoutresistente transportleidingen tussen de putten nodig.
- Er hoeft maar 1 boorlocatie aangelegd te worden. Door aanscherping van de wet- en regelgeving stijgen de kosten van de boorlocaties sterk. Het aanleggen van een boorlocatie kost al snel € 250.000 tot 450.000.
- Er wordt aanzienlijk bespaard op verplaatsingskosten van de boorinstallatie, want alleen de boortoren hoeft enkele meters verplaatst te worden en de andere installaties kunnen blijven staan (mobilisatie en herplaatsingskosten van de gehele boorinstallatie kost in de regel enkele tonnen).

Nadelen van schuin boren zijn:

- Voor schuin boren wordt een hoger tarief gehanteerd.
- De lengte van het boorgat wordt enkele honderden meters langer.
- Het risico van schuin boren is hoger.

Met de juiste boormethode, boorkop en boorspoeling is het risico van schuin boren beperkt. Om problemen tijdens het boren te minimaliseren, hanteerde het boorbedrijf bij de projecten van Ammerlaan en Duijvestijn een maximale boorhoek van 45 graden. Geadviseerd wordt om per project de kosten en voor- en nadelen af te wegen en de boorrisico's goed in kaart te brengen.

Bij de aanleg van een doublet komen eerst de keus van de boorlocatie en de benodigde infrastructuur aan bod, gevolgd door de constructie van een boorplatform (en fundering) waarop de boorinstallatie kan worden geplaatst. Boormaatschappijen willen graag een ruime boorlocatie, maar elke m² extra asfalt kost extra geld. Daarnaast speelt de veiligheid van de omgeving een belangrijke rol. Dit vraagt om voldoende afstand met objecten waar mensen werken en verblijven. Na afronding van het project is het permanente ruimtebeslag beperkt tot niet meer dan 15 bij 20 meter voor de putten en een gebouw waarin een aantal bij de installatie benodigde componenten, zoals de warmtewisselaars wordt ondergebracht. Voor onderhoudswerkzaamheden aan het doublet is het echter raadzaam om een grotere ruimte te reserveren. Te denken valt aan 30 bij 40 meter.

Na de voorbereidingen start het boren van de twee putten. In het boorgat wordt een buis aangebracht (de zogenaamde casing) om te voorkomen dat de wand van het boorgat instort. Tussen deze buis en de grond wordt een cementslurry geïnjecteerd die uithardt en daarmee de casing vast zet. Om te voorkomen dat tijdens de productie van aardwarmte zanddeeltjes met het water mee omhoog worden gepompt, wordt de productieput ter hoogte van de watervoerde laag voorzien van een screens en zo nodig een gravellaag. Dit verhoogt tevens de stabiliteit van het boorgat. In de casing wordt een productiebuis neergelaten. Deze kan aan de binnenkant zijn voorzien van een kunststof coating om corrosie te voorkomen. Op enige honderden meters diepte, aan een productiebuis zit een elektrische onderwaterpomp (ESP) die het water uit de productieput moet oppompen. Over de levensduur van deze pompen verschillen de meningen.

Sommigen gaan er vanuit dat de pomp ongeveer 3 tot 5 jaar mee gaat, terwijl anderen van 7 jaar uit gaan. De daadwerkelijke levensduur zal onder andere afhankelijk zijn van de uitvoering van de pomp, het gebruik van de pomp en de samenstelling van het formatiewater. Zo nodig wordt een speciale leiding aangebracht waarmee corrosiewerend materiaal op de wanden van de put kan worden gespoten.

De ondergrondse afstand tussen de productieput en de injectieput is meestal zo groot dat het koudere water uit de injectieput de productieput niet eerder bereikt dan na enkele tientallen jaren. Het tijdstip waarop kouder water de productieput bereikt, heet de doorbraaktijd. Deze doorbraaktijd hangt af van de geproduceerde hoeveelheid water uit de injectieput, de afstand op einddiepte tussen productie- en injectieput - in de praktijk meestal tussen 1.000 en 2.000 meter - en van de poreusheid en de dikte van de watervoerende lagen. Vanaf de doorbraaktijd arriveert nog niet volledig opgewarmd injectiewater in de productieput. Daardoor zakt de temperatuur van het gewonnen warme water in de productieput geleidelijk. De exploitatie van aardwarmte kan dan nog worden voortgezet totdat de temperatuur van het water in de productieput een kritische ondergrens heeft bereikt.

Op of direct naast de boorlocatie is de aardwarmtecentrale gelegen. Deze omvat een serie componenten die in een ruimte/gebouw worden ondergebracht.

De belangrijkste zijn:

- Een frequentieregelaar voor de elektrische onderwaterpomp, waarmee het waterdebiet (kuubs per uur) uit de put geregeld wordt.
- Een 'degasser'/separator' die eventueel meegeproduceerde olie en gas scheidt van het formatiewater en deze staat meestal naast de aardwarmtecentrale
- Een ketel of wkk-installatie ter verbranding van het afgevangen (methaan) gas met eventueel een fakkeltje als (nood)brander
- Zo nodig filters voor de verwijdering van zand, fijne deeltjes en eventuele corrosiedeeltjes, om vervuiling van de warmtewisselaars en verstopping in de injectieput tegen te gaan.
- Warmtewisselaars, waarmee de warmte vanuit het circuit (injectie- en productieput) wordt overgebracht op het warmtedistributienetwerk (aan- en afvoer, buffer en verwarmingsbuizen). Dit is meestal ook de scheiding tussen het zoute formatiewater en het CV-water in het distributienetwerk.
- Pompen voor de circulatie in het distributienetwerk.
- Een injectiepomp voor het terugpompen van het afgekoelde water in de injectieput en doseerinstallatie voor corrosiewerende vloeistof of het tegengaan van neerslag (optioneel).
- Meet- en regelapparatuur die ervoor zorgt dat de onderlinge delen van de installatie goed op elkaar afgestemd zijn en veilig kunnen werken.

Soms worden in of nabij de aardwarmtecentrale ook een warmtekrachtinstallatie, een warmtepomp en/of pieklastketel opgesteld. Met een pieklastketel kan extra vraag naar warmte op koude dagen opgevangen worden. Daarnaast kan deze dienen als back-up. Of een pieklastketel noodzakelijk is, is afhankelijk van de broncapaciteit en de grootte van de warmtevraag op de achterliggende tuinbouwbedrijven.

Warmteproductie berekenen

De warmteproductie (thermisch vermogen: W_{th}) van een doublet is afhankelijk van:

- De hoeveelheid water per tijdseenheid (bijvoorbeeld in liter per seconde)
- De hoeveelheid warmte die het formatiewater per kilogram per graad kan bevatten (Joule per kilogram.graad)
(zout water kan per kilogram minder warmte bevatten dan zoet water),
- Het soortelijke gewicht van het formatiewater per m^3
(afhankelijk van het zout gehalte kan het water per liter zwaarder zijn)
- De afkoeling van het water in de warmtewisselaar (ΔT in graden Kelvin)

In formulevorm:

$$W_{th} = q \times c \times \rho \times \Delta T$$

q = brondebiet in (m^3/sec)

c = soortelijke warmte in ($J/kg.K$)

ρ = soortelijk gewicht/dichtheid in (kg/m^3)

ΔT = temperatuurverschil in graden Kelvin

= thermisch vermogen en wordt uitgedrukt in Joule/seconde

Een voorbeeld:

Een bron levert $150m^3$ per uur. Dat is $0,04167 m^3/sec$

c = $3550 J/kg.K$ (deze waarde kan variëren afhankelijk van het zout gehalte)

ρ = $1100 kg/m^3$ (deze waarde kan variëren afhankelijk van het zout gehalte)

ΔT = 40 graden (in dit voorbeeld gaan we uit van een afkoeling van bijvoorbeeld 75 naar 35 graden)

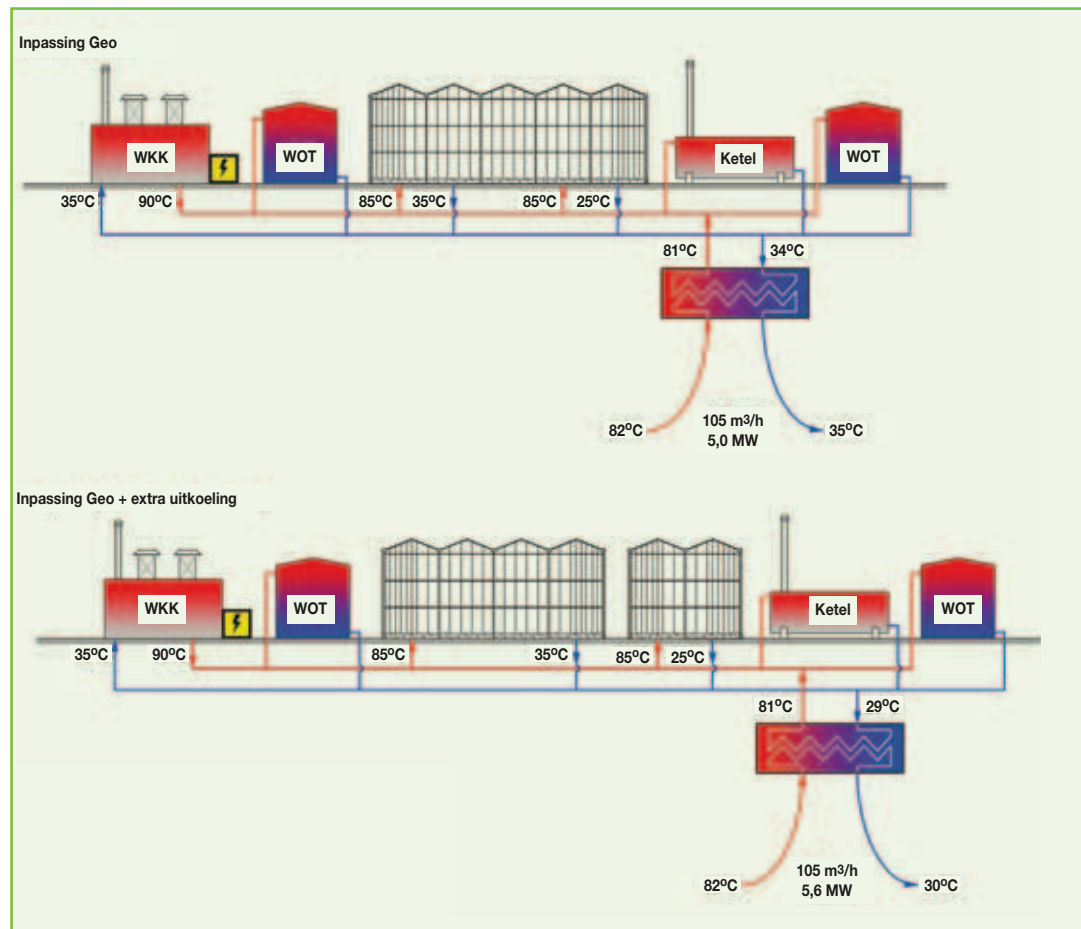
$W_{th} = 0,04167 \times 3550 \times 1100 \times 40 = 6.508.854$ Joule/sec
(Watt komt overeen met een Joule/sec)

$W_{th} = 6,5$ MW

Het vermogen van een doublet om warmte af te geven is niet alleen afhankelijk van de temperatuur in de watervoerende laag en het debiet van het geproduceerde water, maar vooral ook van het verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur. Hoe groter het verschil tussen productie- en injectietemperatuur, des te hoger de opbrengst aan warmte.

De mate van warmteafname hangt dus af van de afkoeling van het formatiewater in de warmtewisselaar. Dit wordt in de tuinbouw bepaald door de retourtemperatuur uit de tuinbouwkas en het temperatuurverlies over de warmtewisselaar. Hoe beter de tuinder in staat is de buistemperatuur in de kas te verlagen, hoe hoger de afkoeling van het formatiewater wordt en hoe hoger het thermische vermogen van de aardwarmtebron. Bij een zelfde temperatuur en debiet kan zomaar 10% energiewinst worden behaald als men 5°C verder kan uitkoelen.

Inpassing Geo en Inpassing Geo + extra koeling



Belangrijk voor de exploitatie van een geothermische bron is dat de afkoeling van het formatiewater zo groot mogelijk is – zonder negatieve neveneffecten op injectiebuis of de formatie (door neerslag of scaling). En dat dit thermische vermogen zo optimaal mogelijk jaarrond gebruikt wordt. Bij het opzetten van een goed aardwarmteproject is het van het grootste belang om te zorgen dat de warmtevraag op de tuinbouwbedrijven zo goed mogelijk afgestemd wordt met het thermische vermogen van de bron.

Dit is ook de reden dat er een aantal projecten is waarbij tuinders samenwerken, of een deel van de warmte van de bron aan derden verkopen. Omdat een warmtebron een redelijk vlak leveringsprofiel heeft, wordt in het algemeen met een basislastvoorziening aan aardwarmte de hoogste benuttingsgraad van de bron behaald. Uiteraard zijn daarin optimalisatieslagen te halen door de productie van de bron enigszins mee te laten lopen met het zogenaamde badkuip afnameprofiel van de meeste tuinbouwbedrijven: doordat tuinbouwbedrijven in de winter heel veel warmte afnemen en in de zomer heel weinig krijg je, als je dat in een grafiek zet een soort badkuip. Voor de bron is het echter beter om de productie niet te veel te laten variëren, maar zo stabiel mogelijk te houden.



3

Stappenplan

Een teler die aardwarmte wil gaan winnen moet zich goed voorbereiden. Niet alleen het realiseren van een aardwarmtebron is een complex en kostbaar proces, maar ook het beheren van een aardwarmtebron vraagt de nodige aandacht en zorg. Een aardwarmtebron valt onder de Mijnbouwwetgeving en dient aan allerlei veiligheidseisen te voldoen. Om een aardwarmtebron succesvol te realiseren moet een aantal stappen doorlopen worden. Met hulp van ervaringen van andere projecten is dit stappenplan opgesteld. Teler Rik van den Bosch in Bleiswijk stelde, op basis van zijn ervaringen bij zijn eerste project, een stappenplan op. Naar aanleiding van andere projecten in Nederland is dit stappenplan geactualiseerd. Daarbij is gebruik gemaakt van op- en aanmerkingen van andere partijen die nauw betrokken zijn bij aardwarmteprojecten.

De ervaring leert dat elk project uniek is. De locatie en diepte van de boringen zijn verschillend, maar ook de opbouw van de geologische lagen en de samenstelling van het formatiewater. Toch is gebleken dat er een aantal herkenbare stappen zijn in ieder project. Deze stappen worden hieronder toegelicht. Bij het volgen van het stappenplan wordt er vanuit gegaan dat de vervolgstap pas wordt gezet als de voorgaande stap succesvol is afgerond.

3.1 Aanvraag opsporingsvergunning

In de opsporingsvergunning vraagt de aanvrager exclusiviteit om een gebied te mogen onderzoeken op de aanwezigheid van aardwarmte. Deze vergunning moet worden aangevraagd bij het Ministerie van Economische Zaken, Directie Energiemarkt. Het Ministerie vraagt advies over deze aanvraag onder meer bij de afdeling Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Er is in de praktijk minimaal 8 tot 10 maanden nodig tussen het indienen van de aanvraag en het verkrijgen van de vergunning.

De aanvraag voor een opsporingsvergunning moet goed voorbereid worden.

De volgende zaken zijn daarbij van belang:

- Geologisch onderzoek
- Opsporingsplan
- Veiligheids- en gezondheidszorgsysteem
- Technische en financiële eisen die aan de aanvrager gesteld worden

De doorloop van een vergunningaanvraag kan relatief snel gaan. In het hierna volgende overzicht zijn de doorlooptijden nader uitgesplitst, in procedure en streefwaarden.

Opsporingsvergunning

	Doorlooptijd
Ontvangst aanvraag	1 week
Advisering doorlooptijd door TNO, EBN (Energie Beheer Nederland), SodM	3 tot 6 maanden
Advisering door Mijnraad	6 weken
Vergunningverlening EZ	1 maand
Vergunning treedt in werking	1 dag na toezegging
Mededeling van beschikking in Staatscourant	Bij geen bezwaar onherroepelijk na 6 weken
Totale doorlooptijd	7 tot 10 maanden

Geologisch onderzoek

Het is gebruikelijk om eerst een globaal geologisch onderzoek uit te laten voeren naar de bodem/geologie in het gebied waar men wil gaan boren. Zo'n onderzoek, ook wel quick scan genoemd, is een studie op basis van bestaande kennis en informatie. Daarin wordt bekeken of er geologisch potentieel is om aardwarmte te winnen. Er wordt gekeken naar de aanwezigheid van potentiële watervoerende lagen en de algemene ligging ervan ten opzichte van naburige gas- en olievelden, breuken en de diepte. Voor het doen van een geologisch onderzoek zijn er geologische adviesbureaus beschikbaar met kennis en ervaring in de olie- en gaswinning. Afhankelijk van de representativiteit en kwaliteit van de informatie uit de geologische databases kan middels interpolaties en modelberekeningen de geschiktheid van de geologische formaties bepaald worden. De voorspellende waarde van deze berekeningen is in sterke mate afhankelijk van de kwaliteit van de informatie/data die beschikbaar is.

In de olie en gasindustrie wordt er voorafgaand aan de realisatie van projecten zeer veel en uitgebreid geologisch onderzoek verricht. De omvang van het geologische onderzoek bij aardwarmte is bij de meeste aardwarmteprojecten veel beperkter. Dit is logisch vanuit het beschikbare budget, maar aan de andere kant levert een goed onderzoek waardevolle informatie op voor het ontwerp van de aardwarmtebron. Bovendien kan een tuinder zich geen misser veroorloven, aangezien hij meestal maar een aardwarmte doublet realiseert en de investering verhoudingsgewijs groot is.

Naar aanleiding van een geologisch onderzoek, dat de kansrijkheid van het winnen van aardwarmte heeft bepaald, kan een besluit genomen worden over het wel of niet aanvragen van een opsporingsvergunning.

Opsporingsplan

Om aan te tonen dat er serieuze plannen zijn om onderzoek te doen naar de opsporing van aardwarmte moet er in de aanvraag een plan bijgevoegd worden waarin uitgelegd wordt hoe het project verder zal gaan. Het plan beschrijft in hoofdlijnen hoe de initiatiefnemer van plan is de aardwarmte op te gaan sporen en uiteindelijk ook te gaan benutten. De geologische situatie wordt toegelicht, de beoogde watervoerende laag en mogelijk ook waar de boorlocatie gepland is.



Veiligheids- en gezondheidssysteem

Het is bij mijnbouwkundige processen van belang dat de initiatiefnemer over een doeltreffend vg-zorgsysteem beschikt. Hij moet namelijk aantonen dat er een arbeidsomstandighedenbeleid is dat tot doel heeft om de veiligheid en gezondheid van werknemers en de omgeving te bevorderen. Dit systeem omvat het geheel van beleid, organisatie, planning, uitvoering, monitoring, evaluatie, bedrijfsinterne doorlichting en verbetering. Procedures, taken en bevoegdheden, verantwoordelijkheden en beschikbare middelen zijn op een heldere wijze in kaart gebracht en dienen ook daadwerkelijk in de praktijk uitgevoerd te worden.

Technische en financiële eisen

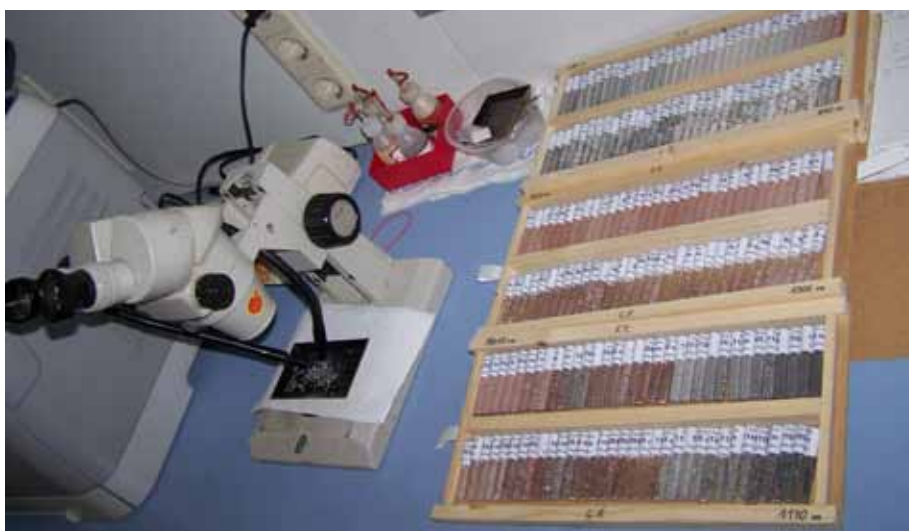
De aanvrager dient aan te tonen dat hij zowel financieel als technisch in staat is om het project te volbrengen. Door de vergunningverlener wordt in toenemende mate gekeken of de aanvrager voldoende mijnbouwkundige kennis heeft aangetrokken en hij in staat geacht wordt op een verantwoorde wijze de boring te verrichten. Tenslotte wordt gekeken of de aanvrager in staat is, bij een tegenvallende boring, alles weer netjes af te ronden en op te ruimen.

Door de grote belangstelling voor aardwarmte bestaat er een risico op concurrerende aanvragen voor een opsporingsvergunning. Dat wil zeggen dat verschillende partijen in hetzelfde gebied willen boren en een vergunning aanvragen. Daarbij komt dat aanvragers soms een groter opsporingsgebied aanvragen dan dat ze eigenlijk nodig hebben. Het is belangrijk afstemming met andere aanvragers te zoeken die in de directe omgeving ook plannen voor een aardwarmtebron hebben. Door een slimme keuze van de ligging van de putten kan voorkomen worden dat projecten elkaar negatief beïnvloeden. Het is overigens zo dat een opsporingsvergunning slechts enkele jaren geldig is. Blijkt dat na 3 of meer jaren er geen boring gerealiseerd is dan kan de vergunning ingetrokken worden.

Tijdens de looptijd van de vergunning (ca. 3-5 jaar) is de houder ervan de enige die een aardwarmteboring in dat gebied mag uitvoeren. Dit is een belangrijke randvoorwaarde om er zeker van te zijn dat de investeringen in het aardwarmteproject niet teniet gedaan worden door toedoen van een concurrerende aardwarmteboring van een andere partij in de directe omgeving.

3.2 Groot geologisch onderzoek

Als er na het eerste geologische onderzoek voldoende potentieel lijkt te zijn voor de winning van aardwarmte, kan opdracht worden gegeven om een groot geologisch onderzoek te laten uitvoeren. In dit vervolgonderzoek wordt veel dieper ingegaan op de al aanwezige gegevens over de ondergrond. Hierbij worden verslagen gebruikt van boringen uit het verleden en resultaten van seismische metingen. Voor dit kostbare onderzoek – in de range van € 25.000 tot € 50.000 - is het aan te raden de eigenaren van aangrenzende opsporingsvergunningen te benaderen om het samen uit te voeren. Dan kunnen de kosten voor een gezamenlijke studie worden gedeeld. Tijdens het uitvoerige geologische onderzoek wordt vanwege de geologie vaak naar een gebied groter dan de opsporingsvergunning gekeken, waardoor meerdere aanliggende vergunningen van een gecombineerd onderzoek kunnen profiteren. Daarnaast zijn ook partijen zoals gemeenten en provincies, geïnteresseerd in hun ondergrond en de potentie van aardwarmte. Zij kunnen ook een bijdrage in de kosten leveren of hebben wellicht al een verkennend onderzoek op gebiedsniveau uitgevoerd.



Uit zo'n groot geologisch onderzoek, dat locatie specifiek is, komen voldoende gegevens om tot een boorontwerp te komen. Het geeft zicht op de potentie van de bron, de ligging van de zandpakketten, de structuur van het pakket en de dikte van de geologische lagen. Het geeft vaak ook inzicht in de mogelijke risico's die tijdens het boren verwacht kunnen worden.

Het grote geologische onderzoek is geen 100% garantie voor de opbouw van de formaties. Dat inzicht is er pas na afronding van de boring. Het onderzoek geeft een inschatting van de geologie en eigenschappen van de geologische lagen. TNO heeft een programma DoubletCalc ontwikkeld waarmee op basis van de geologische eigenschappen de kans berekend wordt op het thermische vermogen van het aan te leggen doublet. Het gaat hier om een kansberekening, zekerheid is er pas na het aanleggen van het doublet en een uitvoerige test.

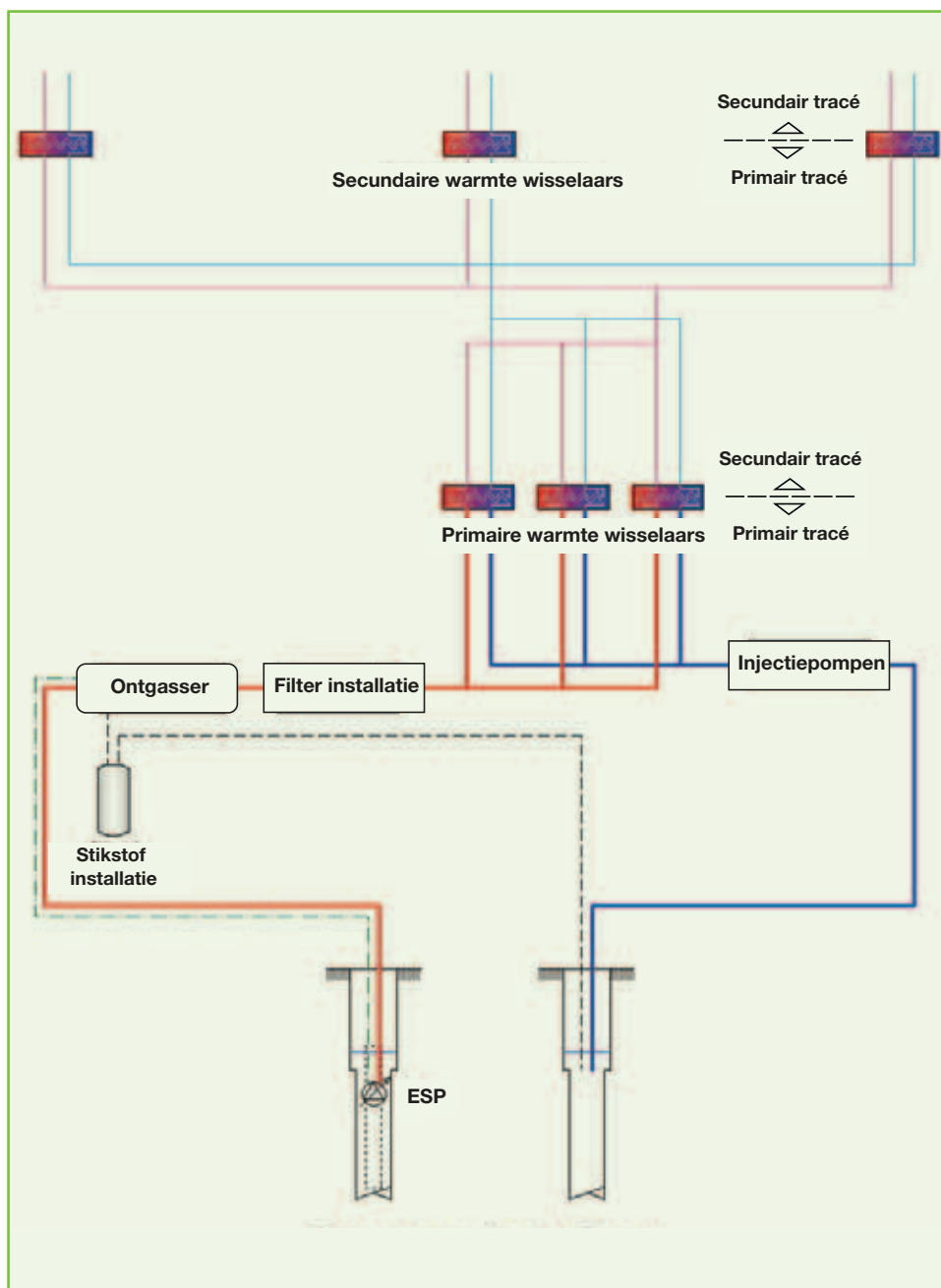
Het grote geologische onderzoek dient als belangrijke bouwsteen voor de haalbaarheidsstudie, het bedrijfs- en financieringsplan voor de bank, de aanvraag van subsidie (SDE+) en als basis voor de garantieregeling van de overheid en/of eventuele andere verzekeringen. Het grote geologische onderzoek is dus een belangrijk document waarop vaak besloten wordt om door te gaan of te stoppen met het project.

3.3 Haalbaarheidsstudie

Een haalbaarheidsonderzoek voor het beoogde aardwarmteproject moet inzicht geven of het aanleggen van een aardwarmtedoublet economisch verantwoord is. Met de informatie uit het uitgebreide geologisch onderzoek wordt een inschatting gemaakt van de te verwachten warmteopbrengst. Dit wordt vergeleken met de aanwezige warmtevraag.

Daarnaast is het belangrijk om te weten wat de geschatte kosten voor de realisering van het project zijn en wat de beheerskosten van de geothermische installatie zijn. Vervolgens kan de kostprijs van de aardwarmte bepaald worden. Deze kostprijs kan vergeleken worden met de kosten voor het verwarmen van tuinbouw kassen met bijvoorbeeld aardgas. Mogelijk moet dit gecorrigeerd worden met de waarde van CO₂ die vrijkomt bij het verbranden van aardgas in een ketel en die door middel van rookgasreiniging weer gebruikt kan worden. Er moet hierbij niet alleen naar de korte termijn worden gekeken, want met aardwarmte ontstaat een stabiele warmteprijs voor lange termijn, terwijl de gasprijs sterk kan fluctueren.

Geothermische installatie bij clusters



Alle haalbaarheidsonderzoeken vóór het project van Van den Bosch spitsten zich toe op een aardwarmtebron in combinatie met andere warmtebronnen. Toepassing van aardwarmte bij een (groter) tuinbouwcluster heeft als nadeel dat bovengronds relatief dure installaties nodig zijn. Te denken valt aan een distributienet van warm water en veel regeltechnische apparatuur. Voordeel is dat de bron beter benut kan worden. Punt van aandacht is dat wanneer de ketel alleen in de winter gebruikt wordt de tariefstructuur voor de afname van aardgas zeer ongunstig kan zijn voor het verstoken op zulke piekmomenten. Dit verlaagt het economische voordeel van aardwarmte.

Het haalbaarheidsonderzoek van vleestomatenbedrijf A+G Van den Bosch in Bleiswijk was uniek en innovatief. Het was primair gericht op de mogelijkheden van het gebruik van aardwarmte voor een modern tomatenbedrijf dat niet is uitgerust met een WKK-installatie en geen groeilicht gebruikt. In dit haalbaarheidsonderzoek is een vergelijking gemaakt tussen de toepassing van aardwarmte ten opzichten van niet alleen het gebruik van aardgas maar ook andere (duurzame) investeringsrichtingen.



Uit de haalbaarheidsstudie bij de tropische plantenkwekerij van Ammerlaan bleek dat het verwachte vermogen hoger is dan het eigen gebruik. Daarom heeft Ammerlaan in een vroeg stadium contact gelegd met potentiële afnemers in de omgeving. De gesprekken zijn succesvol verlopen en in eerste instantie zijn een zwembad, een sporthal, een fitnesscentrum en een scholencomplex aangesloten. Hierdoor is Ammerlaan het eerste aardwarmteproject met levering van aardwarmte aan de bebouwde omgeving.

In Koekoekspolder is door drie tuinders een eigen Aardwarmtecluster BV opgericht die de bron gerealiseerd heeft en ook exploiteert. Door met verschillende tuinders samen te werken kan het thermische vermogen van de bron optimaal benut worden. De tuinders beschikken ieder nog over een eigen ketel of WKK die als back-up dienst doet of bij piekbelasting ingezet kan worden.

Het project Green Well Westland in Honselersdijk, ontstaan uit een initiatief van 5 tuinbouwbedrijven, is inmiddels uitgegroeid naar 10 afnemers. Het afgevangen gas wordt bij een van de ondernemers ingezet en de daarbij vrijkomende warmte en CO₂ worden daarmee ook nuttig aangewend.

Er zijn dus verschillende vormen van eigendom en beheer mogelijk van aardwarmtebronnen. Belangrijk daarbij is dat de hoge investering, die een aardwarmtebron en eventueel verdeelnetwerk is, zo optimaal mogelijk gebruikt wordt. Door de bron veel te gebruiken wordt de kostprijs per eenheid geleverde warmte lager.

De meeste aardwarmteprojecten in Nederland maken sinds 2012 gebruik van een SDE+-subsidie. Dit is een subsidie op geproduceerde en nuttig aangewende aardwarmte. Bij deze exploitatiesubsidie wordt jaarlijks een bedrag ontvangen per afgenomen GigaJoule aardwarmte.

Een goed haalbaarheidsonderzoek geeft inzicht in de hoogte van de investering, de exploitatie van de bron en de kostprijs per eenheid warmte (bijvoorbeeld in aeq of GJ). Daarnaast dient een haalbaarheidsonderzoek inzicht te geven in de mogelijke organisatie- en beheersvorm en de diverse risico's en onzekerheden.

Het financieringstraject van een aardwarmteproject kan veel tijd vergen. Het heeft een lange doorlooptijd, mede omdat het afdekken van alle risico's veel tijd en aandacht vragen en financiers de nodige documenten en onderbouwingen willen zien. Deze onderbouwingen zijn noodzakelijk omdat financiers veelal terughoudend zijn, want een boring naar aardwarmte wordt als risicovolle activiteit gezien. Het afdekken van technische en geologische risico's is dan ook een voorwaarde waaraan men moet voldoen. In de praktijk kan het financieringstraject een vertragende factor zijn in de realisatie van het project.

Binnen de opbouw van de financiering van een aardwarmteproject staan twee onderdelen centraal: het eigen vermogen en de projectfinanciering, met een door de financierer gewenste verdeling van 30% eigen vermogen en 70% projectfinanciering.

In de praktijk kan deze verdeling tijdens de looptijd van het project variëren: meer dan 60% eigen vermogen tijdens de eerste boring en circa 30% na afronding van het project. Door het bancaire geld met name in de latere fasen te gebruiken, wordt het risico voor de financier verder beperkt om zo het rentetarief laag te kunnen houden. Ook de subsidieregelingen zoals SDE+ en IMM (Investering in Milieuvriendelijke Maatregelen, voorheen IRE-regeling) zijn belangrijk voor de financierbaarheid van het project.

Het eigen vermogen is het risicodragende kapitaal en wordt in samenwerking met de huidige financier (de bank) op het eigen bedrijf gefinancierd. Dit betekent wel dat er minder financiële ruimte is voor overige investeringen binnen het bedrijf. Een aantal projecten maakt gebruik van de mogelijkheid van financiering door particuliere investeerders die een deel van het eigen vermogen inbrengen.

De projectfinanciering is het deel van de financiering dat alleen betrekking heeft op het project en staat los van de deelnemende bedrijven. Voor dit deel van de financiering bestaan verschillende mogelijkheden. Omdat het om grote bedragen gaat komen combinaties in beeld, waaronder meerdere bankleningen en naast banken ook andere publieke en private financiers. Voorbeelden van deze financiers zijn provincies, energiebedrijven en netbeheerders. Waarbij netbeheerders met name interesse tonen in investeringen in het warmtenetwerk.

Kortom, investeren in een goede voorbereiding van het financieringsproces is essentieel voor de realisatie van een aardwarmteproject. Het creëert een basis voor een solide financiering en uitvoering van het project.

3.4 Boorontwerp

Met de resultaten van het uitgebreide geologisch onderzoek wordt een gedetailleerd boorontwerp gemaakt. Hierbij wordt enerzijds rekening gehouden met de beschikbare locaties (grootte, bereikbaarheid) aan het oppervlak om een boortoren te plaatsen en anderzijds de optimale plaatsing van de screens in de watervoerende laag. Tijdens het onderzoek worden verschillende opties vergeleken en hun effect op verwachte kostprijs en opbrengst aan warmte. In het boorontwerp worden ook risico's tijdens het boren geëvalueerd en zover mogelijk beperkt. Ook wordt tijdens het opstellen van het boorontwerp gekeken naar waar kosten bespaard kunnen worden.

Het boorontwerp kan opgesteld worden door een mijnbouwkundig adviesbureau. Dit wordt ook wel de 'workscape' genoemd. Een dergelijk adviesbureau kan ook, op basis van deze workscape, verschillende offertes bij boorbedrijven opvragen en deze beoordelen. Aangeraden wordt het boorontwerp zeer nauwkeurig met de boormaatschappij te bespreken. De boormaatschappij moet het ontwerp goed begrijpen en de ruimte kunnen hebben om suggesties voor verbeteringen te doen. Tijdens de boring zal de tuinder zich, als opdrachtgever, moeten laten bijstaan door deskundig boormanagement. Het mijnbouwkundig adviesbureau kan in de regel dit boormanagement ook verzorgen.



Voorbeeld boorontwerp

Hole	Casing/Formation	AH-NAPTVD-NAP	
		(m)	(m)
Surface			
23"	18 5/8" K55 87.5ppf	29,2	29,2
	Top cmt job		
	Top Maasluis	100	100
	5 3/4" tubing		
	Top Oosterhout	180	180
	Centlift pump	370	
	Top Breda	380	380
	Top Texel Chalk	411	411
17 1/2"	13 3/8" K55 54.5ppf	441	441
	KOP	466	466
	Top Upper Holland Marl	540	539
	Top Middle Holland Shale	890	810
	Top Holland Greensand	1090	918
	Top Lower Holland Marl	1175	966
	TOC good bond	1200	983
	Top De Lier SdSt	1513	1160
	Top Vlieland Clay	1710	1271
	Liner hanger + Swellfix packer	2083	1485
12 1/4"	9 5/8" K55 40ppf	2125	1508
	Top Berkel/Rijswijk SdSt	2170	1532
	7" Liner	2261	1585
	5 1/2" VWS liner		
	Rotojet fish 1 1/2" coiled tubing	2442	1688
8 1/2"	TD and bullnose	2457	1695

Als het boorontwerp door de boormaatschappij wordt opgesteld, dan wordt geadviseerd om dit ontwerp samen met een onafhankelijke deskundige/mijnbouwkundig adviesbureau kritisch te bekijken en te bespreken. Als het boorontwerp door het adviesbureau wordt opgesteld, geldt het omgekeerde en zal naar de mening van de boormaatschappij gevraagd moeten worden.

Naast het boorontwerp zal, afhankelijk van het boorbedrijf en de boortoren die gebruikt wordt, duidelijkheid moeten zijn over de eisen die aan de boorlocatie gesteld worden. In overleg met het boorbedrijf zal een ontwerp van de boorlocatie opgesteld worden. In deze fase zal ook duidelijk moeten worden waar de warmtewisselaars en bijvoorbeeld de degasser of separator geplaatst gaat worden en hoe een en ander aangesloten wordt op het warmtenet van het tuinbouwbedrijf of bedrijven. Het is belangrijk dat dit vooraf goed doordacht wordt en met alle regelgeving rekening gehouden wordt.

3.5 Aanvraag omgevingsvergunning

Zodra er duidelijkheid is over het boortraject en het boorontwerp is ook duidelijk waar de boorlocatie komt te liggen. Nu kan bij de gemeente een omgevingsvergunning (wabo) worden aangevraagd voor de aanleg van de boorlocatie, het pomphuis met de bijbehorende permanente installaties zoals de degasser, het leidingwerk en een eventuele waterbuffer.

De doorlooptijd voor deze vergunning is volgens de normale procedure 8 weken. Een uitgebreide procedure die nodig is bij afwijkingen van het bestemmingsplan heeft een doorlooptijd van 26 weken.

Door de toegenomen activiteiten in de aardwarmtesector heeft het Ministerie van Economische Zaken, het Platform Geothermie als algemeen aanspreekpunt aangewezen – met name voor de houders en aanvragers van vergunningen.

Het ministerie heeft daarbij enerzijds een effectief distributiekanaal voor (generieke) mededelingen voor ogen en anderzijds een platform en klankbord, waarmee sector-issues overlegd kunnen worden (als spreekbuis namens de sector). Stichting Platform Geothermie is een kleine tien jaar terug opgericht op initiatief van de rijksoverheid en enige private organisaties. Zij richt zich specifiek en uitsluitend op de ontwikkeling van aardwarmte in de zin van de mijnbouwwet, heeft geen winstoogmerk en vertegenwoordigt zowel aanbieders als gebruikers, bedrijven, overheden en kennisinstellingen.



3.6 Aanbesteding boorproject

Op basis van het boorontwerp (work scope) kunnen boormaatschappijen een offerte uitbrengen.

Wanneer de opdrachtgever het aardwarmteproject uitbesteedt aan een boormaatschappij is het erg belangrijk een bewuste keus te maken voor de contractvorm.

De twee mogelijke contractvormen voor de opdrachtgever die aardwarmte wil winnen - zijn een daily rate contract en een lump sum contract.

Daily rate boren houdt in dat de kosten voor het boren afhankelijk zijn van het aantal dagen dat nodig is om het doublet te boren, de casings te installeren en evt. de putten te testen. Het is vooraf bij benadering te zeggen hoelang een boring duurt. Bij een daily rate contract komt de boormaatschappij met de boortoren en bijbehorende apparatuur en laat de leiding van de boring over aan het boormanagement van de tuinder. De opdrachtgever betaalt per dag en voor de gebruikte materialen. De gebruikte materialen vormen een groot deel van de boorkosten en worden voor een vaste prijs aangenomen. Dat geldt ook voor onderdelen, zoals de (de)mobilisatie en verplaatsing van de toren, maar ook onderdelen als well testing en BOP tests kunnen voor vaste prijzen worden aangenomen. Het voordeel van deze contractvorm is dat de regie meer in eigen hand gehouden kan worden. De onafhankelijke rol van het boormanagement is dan van essentieel belang, die de regie houdt over de uitvoering van de werkzaamheden, de kwaliteit van het geleverde werk, maar ook de inkoop van de materialen. In overleg met de opdrachtgever is het dan mogelijk om eenvoudig van het boorprogramma af te wijken en goed en snel te anticiperen op de veranderende omstandigheden in de ondergrond. Bovendien informeert het boormanagement de overheden zoals Staatstoezicht op de Mijnen over de voortgang en mogelijke incidenten. Tevens is het mogelijk om in een daily rate contract een prijsvoordeel te behalen welke toekomt aan de opdrachtgever. Het boorbedrijf loopt immers minder risico. Het boorbedrijf heeft echter wel de benodigde prikkels om een goed project af te leveren. Professionele boorbedrijven werken namelijk veelal voor olie- en gas bedrijven en kunnen zich geen verwijtbare problemen veroorloven daar zij alleen vervolgoopdrachten krijgen bij een goede track record. Tevens is het verstandig om contracten af te sluiten met een vorm van een bonus/malus-systeem, zodat men een extra motivatie heeft om een goed project af te leveren.

Een lump sum contract is een ander vorm van contract. Hierin wordt vooraf een aanneemsom vastgesteld voor het gehele werk en dus zijn op hoofdlijnen de kosten van tevoren beter bekend. Ondanks dat er sprake is van een lump sum contract, kunnen de daadwerkelijke kosten hoger of lager uitvallen.

In het lump sum contract wordt het maximaal aantal te boren meters opgenomen. Mochten de geologische omstandigheden afwijken van de op voorhand beschikbare informatie dan zal moeten worden afgeweken van het lump sum contract en wordt het boorprogramma bijgesteld. Als bijvoorbeeld de zandlaag op een grotere diepte zit dan op basis van het geologische rapport werd verwacht, dan kan dat tot hogere kosten leiden.

In sommige gevallen hebben tuinders er voor gekozen om onderdelen zoals afvoer van boorgruis/ boorvloeistof en de energievoorziening buiten het contract te houden. Ook zijn er voorbeelden bekend waarbij casing, screens, ESP (bronpomp) en wellheads door de opdrachtgever zelf ingekocht zijn. De boormaatschappij kan deze onderdelen opnemen in het contract, maar dan zal zij wel een extra marge voor het risico van prijs en hoeveelheden opnemen.

Bij een lump sum contract krijgt het boormanagement een veel bescheidener rol, namelijk alleen de controlerende rol. In deze rol zullen slecht een of twee personen op de locatie aanwezig hoeven te zijn. Het boormanagement blijft daarnaast het (deskundig) aanspreekpunt naar de overheid en controlerende instanties.

Boorcontracten zijn ingewikkelde contracten, waarin vaak niet alle risico's duidelijk zijn voor de opdrachtgever. De boorrisico's liggen in de standaard contracten meestal voor een belangrijk deel bij de opdrachtgever. Als bijvoorbeeld de geologie niet goed is beschreven in het contract, is dat al reden om extra kosten van tegenvallende prestaties tijdens het boren bij de opdrachtgever neer te leggen. Een standaard contract is voor tuinbouwbedrijven niet voldoende omdat de risico's te groot zijn ten opzichte van de bedrijfsgrootte. Tegenwoordig is het mogelijk om allerlei boorrisico's extern af te dekken, zoals het risico op 'lost in hole' en op 'lost the hole'.

Een 'lost in hole' is het vastzitten van de boorkop, motor en stabilisatiestangen in bijvoorbeeld zwellende klei. Als dit gebeurt, moet de boorstang worden afgeschoten en gaan deze onderdelen verloren. Dit resulteert bij een standaard contract al snel in extra kosten van € 350.000 tot € 750.000, afhankelijk van de achtergebleven materialen.

Een 'lost the hole' kan worden veroorzaakt door een onstabiele ondergrond. Een geboord gat 'kwijt raken' betekent dat het traject opnieuw moet worden geboord. Deze extra meters komen normaal gesproken als extra kosten terecht bij de opdrachtgever. Ook hier kunnen flinke meerkosten ontstaan, afhankelijk van het aantal meters van het verloren traject.

Het is een absolute must dat een opdrachtgever zich verzekert tegen deze risico's of dat deze verzekeringen in het boorcontract zijn opgenomen. Een opdrachtgever doet er goed aan om in het geologische onderzoek en aan het mijnbouwkundig adviesbureau te vragen om mogelijke risico's goed in kaart te brengen. Het zorgvuldig afdekken van risico's is een belangrijk onderdeel van het voorbereidingstraject van een boring.

Een ander risico bij een boring is het zeer veel besproken opsporingsrisico, dat speelt bij het zoeken naar de aanwezigheid van voldoende winbaar formatiewater in de bodem. Dit is van essentieel belang omdat het thermische vermogen van de bron van groot belang is voor een sluitende exploitatie. Hierover is met de overheid een discussie gevoerd en sinds eind 2009 is er een garantieregeling, die dit risico deels afdekt. Als er minstens 90% kans is op een succesvolle boring, de ondernemer 15% eigen risico neemt en een premie betaalt van 7%, wil de overheid garant staan voor een deel van de kosten bij een eventuele 'misboring', dat wil zeggen het geologische risico, dat de warmtecapaciteit beduidend lager is dan vooraf berekend. Op die manier verwacht de overheid extra zekerheid te kunnen bieden m.b.t. het risico van gedeeltelijke of gehele misboring. Het afdekken van dit risico is vaak een voorwaarde voor financiers om geld uit te lenen voor een aardwarmteproject.

De verwachting is dat de rol van de overheid de eerstkomende jaren zeer belangrijk zal zijn bij het afdekken van het opsporingsrisico en dat verzekeringsmaatschappijen die rol op middellange termijn zullen overnemen. Om interesse bij de verzekeringsmaatschappijen te creëren zal er wel een minimaal aantal projecten per jaar gerealiseerd moeten worden, omdat door de verzekeringsmaatschappijen expertise aangetrokken moet worden. Tevens zullen de eerste projecten in Nederland succesvol moeten zijn, om de verzekeringsmaatschappijen over de streep te trekken.

In sommige gevallen heeft de tuinder het risico op een (gedeeltelijke) misboring via het boorbedrijf kunnen verzekeren. Deze verzekering was echter geen standaardproduct en per geval moet er worden bekeken of er een verzekeringsmaatschappij bereid is om het project te verzekeren. Bij de verzekering is het van groot belang hoe het opsporingsrisico wordt verzekerd. Daarbij moet onder andere duidelijk zijn via welke methode de brontest uitgevoerd wordt, van welke uitkoeling wordt uitgegaan, wanneer een bron mislukt is en wie voor extra kosten op draait om het uitkeringsrisico van de verzekeraar te verkleinen.

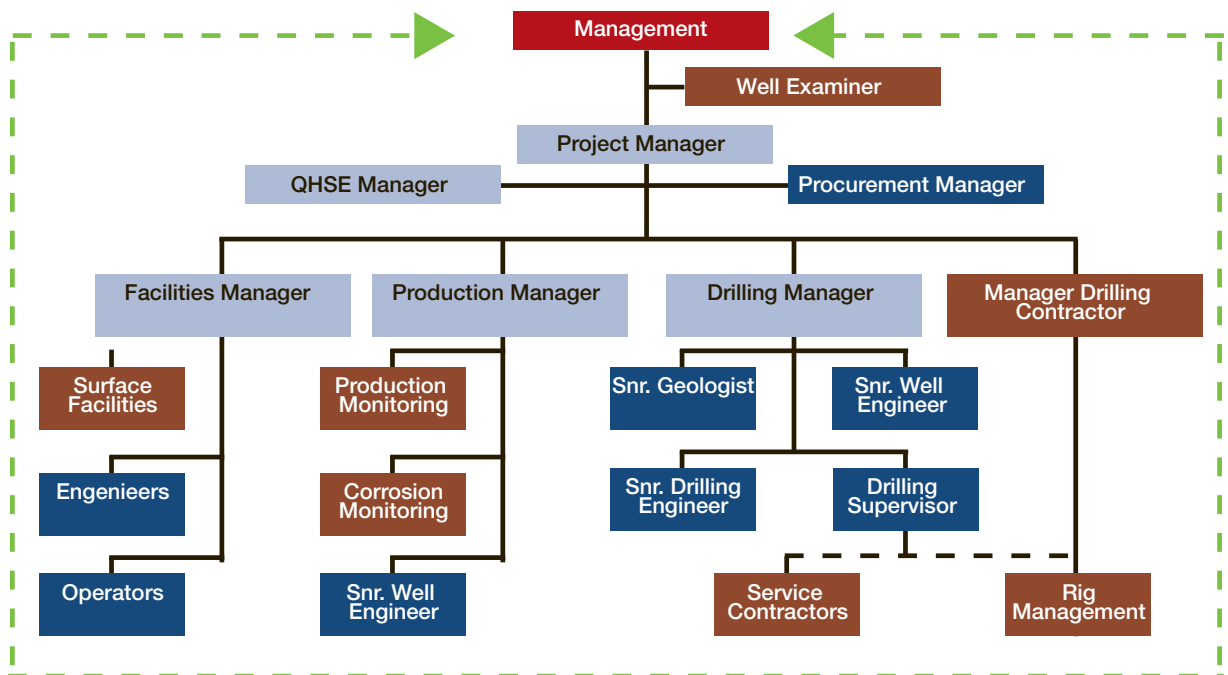
3.7 Samenstellen organisatieschema

Zoals uit het voorgaande stappenplan duidelijk is geworden zijn er veel verschillende partijen (en deskundigheden) bij de voorbereiding en bij de realisatie van een aardwarmtebron betrokken.

Zodra alle betrokken partijen vastgesteld zijn, kan het beste een organisatieschema worden opgesteld. Dit maakt voor alle betrokken partijen duidelijk wie welke taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden heeft en kan veel discussie tijdens het boorproces voorkomen. Zo'n schema kan er bijvoorbeeld als volgt uitzien:

Projectteam Geothermie

Bron: Well Engineering Partners



Opdrachtgever/projectmanager

De opdrachtgevers van de huidige aardwarmteprojecten hebben ervoor gekozen nauw betrokken te zijn bij de uitvoering van het project, omdat de opdrachtgever eindverantwoordelijk is tijdens de boring en vanwege de grote (financiële) belangen die er spelen. Daarnaast komt het geregeld voor dat er tijdens het boorproces keuzes gemaakt moeten worden die niet in het contract voorzien waren. Die keuzes moeten dan redelijk snel door de opdrachtgever gemaakt worden, want iedere dag dat een boortoren stil staat kost het veel geld.

Volledige uitbesteding aan een externe partij is daarom niet wenselijk. Ook zal Staatstoezicht op de Mijnen altijd met de eindverantwoordelijke (opsporingsvergunninghouder) in contact willen blijven.

Bij het maken van keuzes zal een opdrachtgever uit de tuinbouw, met beperkte mijnbouwkundige kennis, zich moeten laten adviseren door deskundigen of specialistische bureaus. Om constant de afweging te kunnen maken welk advies wel en niet nodig is, is de grote betrokkenheid van de opdrachtgever een absolute must.

De betrokkenheid geldt voor elke fase van het project. Daarom is het van groot belang dat de ondernemer iemand binnen het bedrijf vrijmaakt of extra deskundigheid in huurt om het gehele proces goed te begeleiden en zichzelf goed laat informeren.

De afstemming en informatie-uitwisseling tussen diverse partijen is van groot belang bij een dergelijk complex project. Wanneer dit goed gebeurt kan het project sneller en efficiënter uitgevoerd worden. Vanwege de vele expertises binnen een aardwarmteproject is het wenselijk om een persoon als projectmanager (eventueel ondersteund door derden) aan te stellen die de samenhang van ALLE onderdelen (geologie, boormanagement, booractiviteiten, vergunningen, verzekeringen, subsidie, business-case, techniek, exploitatie, etc.) overziet en bewaakt.



Boormangement

Vanwege het ontbreken van specifieke mijnbouwkundige kennis bij opdrachtgevers is het noodzakelijk om externe expertise in te huren. Daarbij komt dat gericht toezicht op de booractiviteiten door boormangement een vanuit de overheid verplicht onderdeel is. Daarvoor zijn speciaal opgeleide mensen noodzakelijk met, over het algemeen voor tuinbouwbegrippen, hoge tarieven. Beperk het aantal medewerkers van het boormangement dan ook tijdens het boortraject tot het noodzakelijke. Formeer een beperkt maar ervaren team, zeker als met een boormaatschappij een lump sum contract is afgesproken. Als een opdrachtgever heeft gekozen voor een daily rate contract heeft het management een sturende functie en zal verantwoordelijk zijn voor de dag-tot-dag operationele gang van zaken. Hierbij zal het team uitgebreider moeten zijn.

Naast het begeleiden van de boring kan het boormangement voorafgaande aan de boring een rol spelen bij de interpretatie van het geologische onderzoek, het aanvragen van vergunningen, het opstellen van het boorontwerp, de vergelijking van offertes, het in kaart brengen van operationele risico's en besprekingen voeren met betrokken ambtenaren van Staatstoezicht op de Mijnen.

Doordat het boren naar aardwarmte in Nederland frequenter plaats vindt, krijgen de projecten meer aandacht van SodM. Daarbij komt dat er de afgelopen jaren meer aandacht voor veiligheid is gekomen en dat er projecten zijn waar gas en olie als bijvangst mee geproduceerd wordt. Ook de aanwezigheid van NORM-stoffen (Naturally Occurring Radioactive Materials) in de diepe ondergrond vraagt om aandacht. Het gevolg daarvan is dat de controle op de toepassing van de regelgeving sterk is toegenomen. Het boormangement heeft daarin een belangrijke rol en vormt daarbij een belangrijke gesprekspartner van SodM.

Omdat het boormangement specialist is op het gebied van boren, zouden zij een belangrijke rol kunnen vervullen bij het opstellen van een compleet draaiboek met alle te volgen stappen voor de opdrachtgever. Daarbij valt te denken aan voorwaarden met betrekking tot de bouwlocatie, boorkelders, elektriciteitsvoorziening, voorzieningen m.b.t. bronpomp, inhangen bronpomp, wellheads etc. Standaardisatie van veelvoorkomende werkzaamheden zouden tot kostenbesparingen moeten leiden.

Technisch projectleider

De technisch projectleider kan sturing en bewaking geven aan het technische ontwerp voor zowel het bovengrondse deel als het ondergrondse deel. Het gehele systeem heeft een grote samenhang en aanpassingen in het ondergrondse ontwerp dienen te worden doorgevoerd in bovengrondse installaties. Van de aanleg van de boorlocatie, de inpassing van de bron t/m de warmte-wisselaars, het warmte-distributienet, maar ook de inpassing bij de afnemers en de bijbehorende elektra- en regeltechniek dienen zorgvuldig op elkaar afgestemd te worden. Tevens zal de technisch projectleider, eventueel in overleg met een algemeen projectmanager, zorgvuldig de vergunningen dienen te bewaken en verzekeringen aan te laten sluiten op het project.

Subsidie-adviseur

Subsidies zijn noodzakelijk bij de realisatie van innovatieve risicovolle projecten. Een subsidie-adviseur is goed op de hoogte van de actuele stand van zaken op zijn vakgebied. Hij moet betrokken worden in de voorbereidende fase van het project en de mogelijke subsidies moeten verwerkt worden in de haalbaarheidsstudie. De belangrijkste subsidie is daarbij de SDE+-subsidie die een vergoeding geeft per nuttig gebruikte GigaJoule aardwarmte. De hoogte van de subsidie is gekoppeld aan de hoogte van de gasprijen. Feitelijk vergoed de subsidie de meerkosten die een tuinder heeft als de kosten per eenheid warmte uit aardwarmte hoger zijn dan die uit aardgas. Er zijn ook andere subsidies op het gebied van investeringen of demonstraties mogelijk. Tijdens het project vraagt de subsidie-adviseur voorschotten aan en maakt de vereiste rapportages.

Veiligheid- en gezondheidcoördinator

De initiatiefnemer van een aardwarmteproject is verantwoordelijk voor het hebben van een VG-zorgsysteem. Vanuit de wetgever wordt veel nadruk gelegd op het operationeel hebben van een VG-zorgsysteem dat een waarborg biedt voor de vereiste veiligheid en gezondheid van werknemers en de omgeving. Bovendien waarborgt het VG-zorgsysteem in belangrijke mate de kwaliteit van het project.

Een VG-zorgsysteem is vereist voor alle fases van een project van boor, test, bouw, productie en sluiting. Gezien de omvang en complexiteit van een geothermisch project is het raadzaam een VG-coördinator te benoemen.

Boormaatschappij

De boormaatschappij is de opdrachtnemer en vanuit de belangrijkste partij in de realisatie van het doublet. Het is van groot belang dat de opdrachtgever vertrouwen heeft in de uitvoerende partij. Daarnaast is het belangrijk dat er een gedegen contract ligt waarin vooraf alle gemaakte afspraken vastgelegd zijn en waarin ook helder is welke risico's bij welke partij liggen. Hoe meer er onder het contract valt, des te beter het is. Ook heeft het voordelen om het boorbedrijf de afspraken met sub-contractors te laten maken. Dan is het boorbedrijf het enige aanspreekpunt voor de opdrachtgever voor het gehele project. Bij lump sum is de boormaatschappij de hoofdaannemer en verantwoordelijk voor het bouwen van een doublet tegen een vooraf afgesproken prijs. Lump sum kan duurder (15 - 40%) zijn dan daily rate, omdat de boormaatschappij een veiligheidsmarge in zijn contract zal opnemen voor eventuele tegenvallers. Bij daily rate liggen de kosten voor tegenvallers deels bij de opdrachtgever. Het dagtarief voor een boortoren met personeel ligt al snel tussen € 20.000 en € 25.000 per dag. De benodigde servicebedrijven, zoals mudloggers, boorspoelingbedrijven, directional drillers, etc. kosten ca. € 15.000 – € 20.000 per dag. Bij één week vertraging kunnen de meerkosten oplopen tot ca. € 300.000.

De meeste geothermieprojecten in Nederland zijn middels een lump sum contract geboord. Het project Green Well Westland heeft de aanpak vanuit de olie- en gaswereld middels een daily rate contract naar tevredenheid van de opdrachtgevers uitgevoerd. Hier zal de komende jaren meer ervaring mee worden opgedaan. Het boren op day-rate basis heeft ook als voordeel dat er veel boorbedrijven aan zullen bieden op de geothermieprojecten en dit komt ten goede aan een gezonde marktwerking. Bij veel boorbedrijven is een lump sum contract niet bespreekbaar daar zij hun verantwoording willen nemen voor het boren, maar de verantwoording voor bijvoorbeeld de geologie en productie (die van veel meer factoren afhankelijk is dan alleen het boren) niet kunnen nemen.

3.8 Voorbereiding boorproject

Opstellen documentatie

Op het moment dat besloten is om een aardwarmteboring te verrichten en er duidelijkheid is over boorlocatie, boortraject, boormaatschappij, boortoren en boormanagement dienen er veel documenten opgesteld te worden. Om de boring daadwerkelijk te kunnen uitvoeren, moet de initiatiefnemer aantonen dat de boring veilig en volgens de wettelijke regels zal plaatsvinden. Ruim voor de aanvang van de boring (meer dan een half jaar) moet SodM op de hoogte gesteld worden van de boring. Daarnaast moet ook melding gedaan worden van de werkzaamheden bij het ministerie van EZ die dit vervolgens aan de lokale autoriteiten doorgeeft. Een belangrijk aspect in de documentatie is het bewustzijn van milieu en veiligheid bij de boring. De documentatie die bij SodM aangeleverd dient te worden kan met ondersteuning van het boormanagement, adviesbureaus en de boormaatschappij opgesteld worden.

Verificatie van het boortraject

Voordat het boorprogramma definitief wordt is het zeer raadzaam om SodM informatie te verschaffen over het boortraject en het uitgebreide geologische onderzoek. SodM kan dan tijdig de Adviesgroep van EZ en TNO laten nagaan of er kans is (en hoe groot) op het aantreffen van olie en gas. Indien de geplande boring is voorzien nabij actieve breuksystemen zal ook een seismische analyse uitgevoerd moeten worden.



Deze analyses zijn van groot belang voor de initiatiefnemer die, door zich goed te verdiepen in mogelijke risico's, in een latere fase mogelijk behoed wordt voor onaangename extra kosten of misstappen.

Zelfevaluatie op het boorproces

De vergunningverlener vindt het erg belangrijk dat de initiatiefnemer voldoende is toegerust om de werkzaamheden op een verantwoorde wijze uit te (laten) voeren. Het gaat dan met name om hoe de initiatiefnemer om gaat met risico's bij de realisatie van de boring, het testen van de putten en de exploitatie ervan. Voor deze zelfevaluatie is een uitgebreide lijst met vragen beschikbaar die door de initiatiefnemer ingevuld moet worden. Daarbij zal de initiatiefnemer zich moeten laten ondersteunen door (mijnbouw en veiligheids-)deskundigen. De zelfevaluatie helpt de initiatiefnemer om de organisatie neer te zetten die nodig is om het project verantwoord uit te voeren. Deze zelfevaluatie moet minstens 6 maanden voor de aanvang van de boring aan SodM overhandigd worden.

Drilling Programme (boorprogramma)

Het drilling programme is een verdere uitwerking van de 'work scope' die bij de aanbesteding is gebruikt. In het drilling programme wordt de definitieve putopbouw beschreven, maar ook in detail het boortraject, einddoel van de boring en vereiste precisie, boorkoppen, wellheads, sterkte berekeningen, geologische risico's, te gebruiken boorvloeistoffen, cementering, te gebruiken materialen met betrekking tot controle en veiligheid, de logging/monsternamen die gedaan wordt, etc..

Melding Besluit Algemene Regels Milieu Mijnbouw (BARM)

Uiterlijk 4 weken voor de start van de boring moet er melding gedaan worden bij het Ministerie van EZ. In het kader van deze melding dienen er verschillende documenten aangeleverd te worden. Daarbij valt te denken aan:

- Definitieve boorprogramma's
- Quantitative Risk Assessment (QRA)
- Onafhankelijke audit van het VG-zorgsysteem
- VG-document voor bijzondere werkzaamheden
- Independent well examination
- Rig inspectie
- Well test programma
- HSE (Health Safety and Environment) documentatie boortoren
- Verzekeringsdocumenten m.b.t. blow-out
- Documentatie m.b.t. transportbewegingen
- Geluidsonderzoek
- Nulmeting bodemkwaliteit
- Competentiematrix van staf en medewerkers
- Organogram met taken en verantwoordelijkheden tussen boorbedrijf en opdrachtgever
- Bridging document mbt VG-zorgsystemen van opdrachtgever en hoofdcontractor en sub-contractors

In overleg met SodM kan het zijn dat ook andere documentatie vereist is voordat SodM kan instemmen met de start van de boring. Het is overigens raadzaam om al in een eerdere fase (voor de vier weken termijn) met SodM contact te zoeken en diverse documenten aan te leveren. De initiatiefnemer moet voorkomen dat hij in een positie komt waarbij de boortoren reeds gereed staat en er nog documenten bij SodM aangeleverd moeten worden. De boormaatschappij zal in de regel kosten in rekening brengen als de boortoren en het personeel klaar staat en er nog niet met de werkzaamheden begonnen mag worden.

Aanleg boorlocatie

De boorlocatie moet uiteraard voldoen aan de wettelijke eisen uit de Mijnbouwwet en Arboret en voldoende groot zijn om ruimte te geven aan de boortoren en het overige gereedschappen. Een grootte hiervoor is ongeveer 80 x 40 meter. Daarnaast worden er eisen gesteld aan de vloeistofdichtheid van de vloer en de opvang van mogelijk milieubelastende stoffen.

De grootte van de locatie is mede afhankelijk van de grootte van de boorinstallatie en deze verschilt per firma. Voor diepere boringen zijn ook grotere installaties nodig. Daarnaast is er onder andere ruimte nodig voor de opslag van boorbuizen, casings, cement, boorchemicaliën, boorspoeling, portocabins voor de boorploeg, geluidswanden etc.. Tijdens de aanleg van de boorlocatie zal de opdrachtgever rekening moeten houden met lokale wet- en regelgeving, zoals wet milieubeheer, lozingsvergunningen en ontheffingen. Verder moet er tijdens het boren worden voldaan aan het Besluit Algemene Regels Milieu Mijnbouw (BARMM). Hierin zijn onder andere regels opgenomen met betrekking tot het voorkomen van milieuverontreiniging en geluidshinder. Het aanleggen van een boorlocatie duurt in de regel twee tot drie maanden.

3.9 Uitvoering van de boringen

Technieken

Het boren naar grote dieptes kan op verschillende manieren. Er kan geboord worden met hulp van de 'airlift' techniek, het 'casing boren' of het 'rotary boren'. Deze laatste is de meest gebruikelijke boortechniek voor aardwarmteputten. Bij rotary boren wordt door de boorpijpen spoeling naar beneden gepompt en komen langs de boorpijpen de cuttings met deze spoeling omhoog. Bij het boren op grotere diepten of bij een vastere ondergrond is deze methode geschikt, aangezien de capaciteit van airlift-techniek dan te wensen overlaat. Rotary boren is ook wereldwijd de standaard bij olie- en gasboringen.

Verbeterde technieken en meer ervaring zullen in de toekomst wellicht bijdragen aan snellere en minder dure boorinstallaties. Toch moet er streng worden gewaakt voor nieuwe technieken die zich nog niet bewezen hebben. Aardolie- en gasbedrijven boren al vele tientallen jaren via rotary-boren en volgen alle nieuwe boortechnieken op de voet. Deze maatschappijen zullen nieuwe ontwikkelingen, wanneer deze marktrijp zijn, uitproberen en wellicht dat deze technieken dan later ook voor aardwarmteboringen interessant kunnen worden.

Tijdens de boring is de opdrachtgever vanuit de Mijnbouwwet eindverantwoordelijke voor de (veilige) uitvoering van het project. De opdrachtgever kan met het boorbedrijf of het boormanagement afspraken maken over deze verantwoordelijkheden. Het boormanagement kan hierbij ondersteuning verlenen, maar zij nemen de eindverantwoordelijkheid niet over!

Het boren en aanleggen van een tweetal putten zal, mede afhankelijk van de diepte, ongeveer vijf tot acht maanden duren. Het is in projecten voorgekomen dat er tijdens het boren problemen ontstonden en dat er apparatuur verloren is gegaan of dat er stukken opnieuw geboord moesten worden.

In dergelijke situaties kan het boren langer duren en moet er vooraf helderheid zijn over wie de meerkosten van vertragingen draagt.



Testen

Na het voltooien van elke boring is het noodzakelijk om de put aan een productietest te onderwerpen, want je wilt weten of de put voldoende warm formatiewater kan leveren. Daarnaast moet vastgesteld worden door middel van een genormeerde test of de gerealiseerde capaciteit voldoet aan de verzekerde productiecapaciteit. Bij een positief resultaat van de test bij de eerste put kan er doorgedaan worden met de boring van de tweede put. Als het resultaat negatief is moet er een alternatief plan opgesteld worden om het project rendabel te maken of te beëindigen.

De meest nauwkeurige testmethode is met een ESP-pomp die (tijdelijk) in de productieput ingebouwd wordt. Dit is een vrij dure methode, omdat speciaal een pomp gehuurd en ingebouwd moet worden. Tevens moet de pomp passen bij de te verwachten broncapaciteit en onderdruk/drawdown. De ingebouwde pomp hangt enkele honderden meters onder het waterniveau. Doordat de pomp water uit de put gaat pompen verlaagt deze het waterniveau in de put, met als gevolg een lagere druk, zodat het water uit de watervoerende laag begint toe te stromen naar de put. Het opgepompte water wordt door bezinkbakken geleid, waarin het mee omhoog gekomen zand en resten van de boorvloeistof kunnen bezinken en vervolgens opgeslagen in een depot of afgevoerd met vrachtwagens. Vanwege het hoge zoutgehalte mag het water niet op de sloot of het riool geloosd worden. Hoe lang een goede pomptest moet duren is mede afhankelijk van de eigenschappen van de watervoerende laag en van de hoeveelheid zand dat meekomt. Soms is dit een test van twee maal 24 uur, maar in andere gevallen is meer tijd nodig. Belangrijk is dat het depot voldoende opvangcapaciteit heeft en er nagedacht is over hoe het zoute water afgevoerd kan/mag worden.

Het waterniveau in de put (meters onder oppervlakte) is vervolgens in een grafiek te zetten tegen de opgepompte hoeveelheid, waaruit de trend van de daling van het waterniveau kan worden opgemaakt en de benodigde druk vanuit de pomp kan worden berekend. Deze trend kan per aardwarmtebron zeer verschillend zijn. Er zijn bronnen die tot 20 m³/uur geven per bar pompdruk, maar ook projecten waarbij dit rond de vier m³ per bar pompdruk ligt. Dit verschil kan een grote invloed hebben op de exploitatie van de bron, immers bij lagere waarden zal er meer pompenergie (elektriciteit) nodig zijn om dezelfde hoeveelheid water omhoog te pompen.

Naast een productietest is het ook mogelijk om een injectietest op een put te doen, met andere woorden hoe makkelijk stroomt het water weer terug de watervoerende laag in. De test van de injectieput gebeurt eigenlijk op een simpele manier. Eerst wordt gemeten hoeveel van het geproduceerde water vrij terugstroomt (vrije instroom) en vervolgens wordt de rest met een injectiepomp die aan de oppervlakte staat terug gepompt in deze put. Hieruit is af te lezen hoeveel druk nodig is om een bepaalde hoeveelheid water terug te pompen (zie overzicht hierna). Bij een aantal aardwarmteprojecten is gebleken dat het oppompen van formatiewater eenvoudiger gaat dan het terugpompen.

Voorbeeld resultaten

Productietest	
Waterdebiet	Waterniveau
0 m ³ / uur	35 meter onder maaiveld
50 m ³ / uur	85 meter (5 bar onderdruk)
80 m ³ / uur	120 meter (8,5 bar onderdruk)
100 m ³ / uur	150 meter (11,5 bar onderdruk)
130 m ³ / uur	200 meter (16,5 bar onderdruk)

Injectietest	
Waterdebiet	Injectiedruk
tot 20 m ³ / uur	0 bar (vrije instroom)
50 m ³ / uur	5 bar
80 m ³ / uur	10 bar
100 m ³ / uur	15 bar
130 m ³ / uur	21 bar

Ontwikkelen putten

Na afronding van de boringen is het belangrijk dat de putten schoongemaakt worden. Hiervoor wordt ook wel de term 'stimuleren' of 'ontwikkelen' gehanteerd. Bij het ontwikkelen van de putten wordt met behulp van een filterinstallatie boorspoeling en zanddeeltjes uit het boorgat zo goed mogelijk verwijderd, waardoor het risico op verstopping van de putten geminimaliseerd wordt. Bij Ammerlaan is de bronpomp eerst in de ene put geplaatst om de bron schoon te spoelen en daarna in de andere put. Door de pomp achtereenvolgens in beide putten te installeren, krijgt de opdrachtgever inzicht in de productie en injectie. Op basis van deze informatie kan de eigenaar van de bron de beste keuze maken welke put als productie en welke als retour/injectie wordt gebruikt. Kennis over de productie en injectie is waardevol bij de selectie van de definitieve ESP-pomp in de productieput en een injectie of booster-pomp voor de injectieput. Bij een goede keuze van pompen (passende pompcurven) zal het elektraverbruik een stuk gunstiger liggen.

3.10 Aanleg energiecentrale

Na een succesvolle test van beide putten en het installeren van de definitieve productiepomp (ESP in de productieput) en het afsluiten van de putten met een wellhead is de boormaatschappij klaar en kan de het doublet aangesloten worden op de energiecentrale. De aanleg van de bovengrondse installatie vindt meestal pas plaats nadat beide putten afgerond zijn. Dan is pas bekend wat de capaciteit van de warmtewisselaars en de (injectie)pomp moeten zijn. Omdat dit geen standaard apparaten zijn, kan de levertijd oplopen tot enkele (3 tot 5) maanden. Bepaalde apparatuur kan tijdelijk gehuurd worden, maar dit is vaak kostbaar. Hiermee moet met de planning rekening worden gehouden. Er kan eerder begonnen worden met de bouw van de energiecentrale, maar dan neemt de opdrachtgever wel een risico. Doordat er meerdere projecten in Nederland gerealiseerd zijn, waarbij gebruik wordt gemaakt van hetzelfde type ESP-pomp, is de pompleverancier bereid 1 pomp op voorraad te houden. Hierdoor kan sneller op de vraag worden ingespeeld en is er back-up voor het geval een pomp stuk gaat.

Tijdens de puttesten is duidelijk geworden of er sprake is van bijvangst van olie en gas dat mee geproduceerd wordt. De meeste projecten in Nederland hebben te maken met de bijproductie van gas (met name methaan en in mindere mate stikstof en CO₂) dat door de drukverlaging in het formatiewater uittreedt. Dit moet in de meeste gevallen in een bovengrondse installatie (degasser) gescheiden worden. Het vrijgekomen gas is meestal brandbaar en kan in een ketel voor verwarmingsdoeleinden gebruikt worden.

Voor de energiecentrale moet meestal een aparte ruimte/locatie gebouwd worden. Het deel van de locatie waar gassen kunnen uittreden moeten voldoen aan ATEX-normen.

Na de ontgasser is er meestal een filterinstallatie aanwezig en wordt vervolgens het formatiewater door warmtewisselaars geleid die de warmte afdragen aan het warmtenet van de tuinbouwbedrijven.

Na de warmtewisselaar gaat het formatiewater terug naar de injectieput waar meestal een injectiepomp opgesteld staat. Deze pomp zorgt ervoor dat het afgekoelde water voldoende snel teruggepompt wordt naar de watervoerende laag.

In de energiecentrale staat meestal ook de frequentieregelaar die de bronpomp aanstuurt. Daarnaast moet het geheel door een procescomputer aangestuurd worden en worden er continu metingen gedaan aan de temperatuur en het debiet van het formatiewater. Bij projecten waar meerdere tuinbouwbedrijven aangesloten zijn is vanuit de energiecentrale een koppeling gemaakt met een ringleiding naar de aangesloten bedrijven. Op deze bedrijven staat een tweede warmtewisselaar die zorgt dat de warmte optimaal over de bedrijven verdeeld wordt.

3.11 Winningsvergunning

Na de initiële puttesten die meestal maar enkele dagen duren, kan in de laagbeproevingfase het gehele doublet in combinatie met de bovengrondse installaties uitgetest worden. Deze langere test (enkele maanden) geeft een beeld van de maximaal te realiseren debieten en de benodigde injectiedrukken. Op basis hiervan kan bepaald worden of de bron doelmatig geëxploiteerd kan worden. Als dat het geval is kan de winningvergunning aangevraagd en verleend worden voor een bepaalde termijn.

Gelijk met de aanvraag om winningsvergunning dient een winningsplan te worden ingediend waarin wordt aangegeven hoe men van plan is de bron te exploiteren gedurende langere termijn. Informatie die hierbij van belang is, zijn onder andere de te verwachten opgeleverde energie, de verwachte operationele kosten en het elektrische energiegebruik.

Indien er, op basis van bevindingen uit de laagbeproevingfase, wijzigingen aan de installatie hebben plaatsgevonden kan het zijn dat de WABO-vergunning (omgevingsvergunning) aangepast moet worden. Ook kan het noodzakelijk zijn om een VG-document op te stellen met betrekking tot het definitieve ontwerp van de installatie en instructies met betrekking tot opstarten en gebruik van de installatie. In dit laatste document zal ook aandacht besteed moeten worden aan corrosiebeheersing en corrosiemonitoring om de veiligheid van de installatie te kunnen garanderen. De looptijd van een winningvergunning ligt over het algemeen in de orde van grootte van 30 jaar. In het hierna volgende overzicht zijn de doorlooptijden nader uitgesplitst, in procedure en streefwaarden.

Winningsvergunning

	Doorlooptijd
Ontvangst vergunningaanvraag	1 week
Plaatsen uitnodiging Publicatieblad EU en Staatscourant	2 tot 3 weken
Termijn voor concurrerende aanvragen	13 weken
Advisering door: TNO, EBN, SodM en Provincie	3 tot 6 maanden
Advisering door Mijnraad	6 weken
Vergunningverlening EZ	1 maand
Vergunning treedt in werking	1 dag na toezegging
Mededeling in Staatscourant van beschikking	Bij geen bezwaar onherroepelijk na 6 weken
Totale doorlooptijd	7 tot 12 maanden

Mijnbouwmilieuvergunning

De boorlocatie, degasser, primaire warmtewisselaars en leidingnetwerk voor het formatiewater worden gerekend tot het 'mijnbouwwerk'. In principe vallen alle onderdelen waar het formatiewater stroomt en eventueel meegeproduceerde olie of gas, tot het mijnbouwwerk. Voor het gehele mijnbouwwerk dient een milieuvergunning te worden aangevraagd waarin voorschriften worden gesteld met betrekking tot diverse milieuzaken zoals onder andere emissies naar lucht en bodem, geluid en energieverbruik worden opgenomen. Ook komen diverse veiligheidszaken aan de orde. Deze vergunning regelt dat de winning veilig en schoon wordt uitgevoerd. Het Ministerie van Economische Zaken is altijd het bevoegd gezag bij mijnbouwwerken.

Voor de doorlooptijd van deze vergunning moet rekening worden gehouden met minimaal zes maanden.



4

Kosten realisatie aardwarmte-installatie

De kosten van de aanleg van een aardwarmte-installatie omvatten de volgende onderdelen:

Geologisch onderzoek

Het eerste deel van een geologisch onderzoek, de quick scan, kost ongeveer € 10.000 tot € 20.000 en is afhankelijk van de grootte van het gebied. De kosten van het tweede deel van de geologische studie, het groot geologisch onderzoek, komt op zo'n € 25.000 tot € 250.000 afhankelijk van de grootte van het gebied en de mate waarin nieuwe geologische gegevens verzameld moeten worden. Door dit onderzoek samen met collega's in de buurt of met de gemeente/provincie uit te laten uitvoeren, kunnen kosten worden gedeeld.

Businesscase

Op basis van de geologische studie kan een haalbaarheidsstudie worden gemaakt welke als basis van een businesscase gaat dienen.

De businesscase bestaat onder andere uit de volgende onderwerpen:

- Doelstellingen
- Geologische uitgangspunten
- Energetische berekeningen
- Organisatiemodel
- Subsidies
- Technische inpassing
- Investeringsbegrotingen
- Financieringsplan
- Risicoanalyse

De businesscase zal als basis dienen van de financieringsaanvraag en parallel worden subsidies aangevraagd.

De kosten voor een businesscase en subsidieaanvragen liggen afhankelijk van de complexiteit tussen de € 20.000 en € 100.000.

Aanvraag opsporingsvergunning en diverse documenten

Voor het doen van een kansrijke aanvraag voor een opsporingsvergunning moet een opsporingsplan geschreven worden. Daarnaast dient een VG-zorgsysteem opgezet te worden. Meestal laat de initiatiefnemer vooraf een haalbaarheidsonderzoek uitvoeren, zodat hij een indruk heeft of een rendabel aardwarmteproject op de beoogde locatie tot de mogelijkheden behoort. Het laten uitvoeren van de verschillende onderzoeken en opstellen van benodigde rapporten vraagt een investering van ca. € 30.000 tot € 70.000.

Vorbereiding van de boring (documenten)

In de maanden voor de daadwerkelijke start van de boring moeten veel documenten aangeleverd worden en het VG-zorgsysteem operationeel zijn. Het diverse adviesbureaus en het boormanagement kunnen hierin een belangrijke rol spelen. Om de door SodM vereiste veiligheidsdocumenten op te stellen en te implementeren, inclusief de benodigde vergunningen, moet rekening gehouden worden met kosten ter grootte van € 70.000 tot € 120.000.

Aanleg van de boorlocatie

De boorlocatie moet voor de vereiste vergunningen aan bepaalde eisen voldoen en de eisen daarbij worden steeds strenger. Het inrichten van een locatie is uiteraard sterk afhankelijk van het uitgangspunt en de boortoren die gebruikt gaat worden. Tevens zijn de kosten afhankelijk of er van 1 locatie schuin wordt geboord of vanaf 2 locaties minder schuin. Afhankelijk van de bodemstabiliteit, eisen aan de fundatie en het oppervlak kunnen de kosten voor één locatie tussen € 150.000 en € 300.000 liggen.

Boringen

De kosten van boringen hangen af van de diepte en dimensionering van de putten. Ook zijn de kosten afhankelijk van het bedrijf dat de putten boort en de marktomstandigheden. De beschikbaarheid van boorinstallaties kan ook grote invloed op de prijzen hebben. Ondiepe boringen, bijvoorbeeld naar 1.000 meter diepte, kosten zo'n een tot twee miljoen euro.

Een middeldiepe boring naar bijvoorbeeld 2.000 meter komt op ongeveer vijf tot zeven miljoen euro en een boring naar 3.000 meter diepte kost naar alle waarschijnlijkheid 10 tot 4 miljoen euro. Tot de zomer van 2013 was de diepste geothermie boring in Nederland rond de 2900 meter

Boormanagement tijdens de boring

De kosten voor boormanagement is met name afhankelijk van de duur van een project en de mate van begeleiding. Bij de keus van een lump sum contract voor het project is veel minder management nodig dan wanneer voor een daily rate contract wordt gekozen. Bij een lump sum contract kost boormanagement tussen 200.000 en 300.000 en de hoogte van het bedrag is afhankelijk van de verwachte duur van het project. Bij een daily rate contract is dat tussen € 300.000 en € 450.000.

Bovengrondse installatie

De aanleg van de bovengrondse installatie vraagt de nodige aandacht. De reeds gerealiseerde projecten hebben op dit punt waardevolle praktijk ervaringen opgedaan. Het is dan ook aan te raden deze projecten te bezoeken en een ingenieurs- of adviesbureau met specifieke ervaring in te schakelen om het wiel niet opnieuw uit te hoeven vinden. De kosten van de bovengrondse installatie kan sterk variëren. In de basis opstelling, wanneer er geen gas en olie mee geproduceerd wordt en geen injectiviteitsproblemen zijn, bestaat de installatie met name uit een filterunit en warmtewisselaars. Bij mee geproduceerd gas en olie zijn degassers en/of separators nodig en bij 'injectieproblemen' additionele injectie of boosterpompen. Daarnaast hangen de kosten af van de onderlinge afstand tussen de productie- en injectieput en de energiecentrale. Bovendien zijn er verschillende opties voor drukklassen van de leidingen, diameter en staalsoorten. De kosten van een energiecentrale zijn sterk afhankelijk van de grootte van de bron en kunnen variëren van € 500.000 tot € 1.500.000 afhankelijk van de specifieke benodigdheden. Wanneer een transportleiding netwerk nodig is gelden prijzen van ca. € 15.000 tot € 30.000 per 100 meter afhankelijk van materiaal keuze, diameter en tracé.

Verder zijn er nog andere technische mogelijkheden om aardwarmte beter te benutten, zoals met: luchtbehandelingskasten, luchtondersteuning langs verwarmingsbuizen, dubbele schermen, warmtepomp en grondverwarming. Al deze opties zijn min of meer bekend in de tuinbouw en kunnen stuk voor stuk de retourtemperatuur van een aardwarmtebron verlagen en het vermogen dus vergroten. Wanneer de delta T, het verschil tussen productie- en injectietemperatuur, 35 graden Celsius is, betekent een verlaging van de temperatuur van het retourwater met 5 graden al een toename van 14% van het thermische vermogen!

Bouwstroom

De benodigde stroom bij de realisering van het project, de zogenaamde bouwstroom, is fors. De kosten hiervoor hangen sterk af van de beschikbaarheid van stroom van het net of het inzetten van een stroomaggregaat (diesel + huur) of de aanwezigheid van een eigen WKK. Reken voor deze post bij gebruik van aggregaten op ca. € 200.000. De boormaatschappij geeft vooraf de benodigde capaciteiten door en zal altijd aan de veilige kant gaan zitten. Hierdoor stijgen de huurkosten, maar de opdrachtgever kan niet het risico lopen dat hij verantwoordelijk wordt gesteld voor bijvoorbeeld het vastlopen van de boorkop, omdat er niet voldoende vermogen is.

Afvoer grond en spoeling

De afvoer van de grond die vrijkomt tijdens een boring moet worden afgevoerd naar een verwerker, ondanks dat het schone grond is met bentoniet (klei). Voor de boorspoeling geldt eigenlijk hetzelfde. Deze afvoer kan worden geregeld met een lokale verwerker of uitgevoerd worden door de boormaatschappij. De kosten liggen al snel op € 100.000 tot € 150.000.

Garantie en verzekeringen

De opdrachtgever kan op twee onderdelen het risico afdekken: boorrisico en opsporingsrisico. Mocht de boormaatschappij niet voorzien in een passende verzekering dan zijn er een beperkt aantal commerciële verzekeraars die passende producten aanbieden.

Het is belangrijk de verschillende boorrisico's goed te benoemen, zoals Lost in Hole, Redrill, Blow-Out, Liability Het is mogelijk deze risico's onder te brengen in één overkoepelende CAR-verzekering voor zowel het boogerelateerde als het niet-boogerelateerde deel. De kosten variëren sterk per project en hangen samen met hoe de risico's op andere manieren worden voorkomen. Men moet voor het verzekeren van de technische boorrisico's denken aan bedragen tussen de € 200.000 en € 500.000.

Het opsporingsrisico kan sinds eind 2009 worden afgedekt door een garantieregeling (SEI) bij de overheid. Elke keer zal moeten worden bekeken of zelf verzekeren bij een commerciële verzekeraar een betere en/of goedkopere optie is dan verzekeren via de overheid. De overheid rekent voor het verzekeren van 85% van de boorkosten en een beperkt aantal bijkomende kosten een premie van zeven procent en houdt dit percentage minimaal als ondergrens aan. In de praktijk kan het bedrag voor het afdekken van een groot deel van het opsporingsrisico variëren tussen de € 300.000 en € 500.000.

Opstartkosten

De meeste geothermie projecten hebben tijdens de in gebruik name (laag-beproevingfase) te maken gehad met zaken die aangepast of veranderd moesten worden. Daardoor komt het voor dat het eerste half jaar er nog niet continu geproduceerd wordt. Ook het stimuleren van het reservoir en schoonmaken van de putten kosten tijd en geld. Omdat dit per project zeer kan verschillen is hier geen algemene regel voor te geven. Bovendien hebben recentere projecten baat gehad bij de lessen die bij de eerste projecten geleerd zijn. Het is verstandig om in de begroting rekening te houden met een opstartfase van 6 maanden en extra kosten die kunnen variëren van € 100.000 tot € 250.000.

Aanvraag van winningsvergunning

Voordat de aardwarmtebron in de exploitatiefase gaat dient een winningsvergunning aangevraagd te worden en eventueel aanvullingen aan de WABO-vergunning. Ter onderbouwing van deze aanvraag zullen diverse extra onderzoeken en rapporten aangeleverd moeten worden en (veiligheids)maatregelen genomen. Het is verstandig om hier een bedrag van minimaal € 50.000 voor te reserveren.



5

Valkuilen

Over het algemeen zorgen geologische onzekerheden voor de grootste risico's tijdens de uitvoering van het project. Deze risico's moeten zorgvuldig in beeld gebracht worden, zodat er adequaat mee omgegaan kan worden.

Verondersteld werd dat de geologie in het grootste deel van Nederland goed bekend was. In de praktijk blijkt echter regelmatig dat er (aanmerkelijke) verschillen zitten in de verwachte geologie en de daadwerkelijke ondergrondse lagen. Het verschil kan hem zitten in de samenstelling en eigenschappen van de verschillende lagen, maar ook in de diepte van de laag. Hierdoor zijn bijvoorbeeld de putten bij Ammerlaan 100 meter dieper geworden dan vooraf ingeschat.

De kennis van de ondergrond en de eigenschappen daarvan zijn van doorslaggevend belang voor het succes van een aardwarmteproject. Door boorcontractors wordt er vanuit gegaan dat de opdrachtgever de eindverantwoordelijke is voor de geologische interpretatie van de ondergrond. Eventuele problemen als gevolg van een afwijkende geologie komen voor rekening van de opdrachtgever.

Als de geologie in beeld is, kunnen de boortechniek en spoelingsamenstelling daarop worden aangepast en voorbereid. Dit voorkomt problemen en de doorlooptijd van het boorproces kan erdoor worden verkort. Een zorgvuldige voorbereiding en planning kunnen meerkosten in de uitvoering voorkomen. Vooral zwellende klei kan voor grote problemen zorgen als daar niet van tevoren een adequate voorbereiding voor is getroffen. Het gevolg kan zijn dat boorpijpen vast komen te zitten.

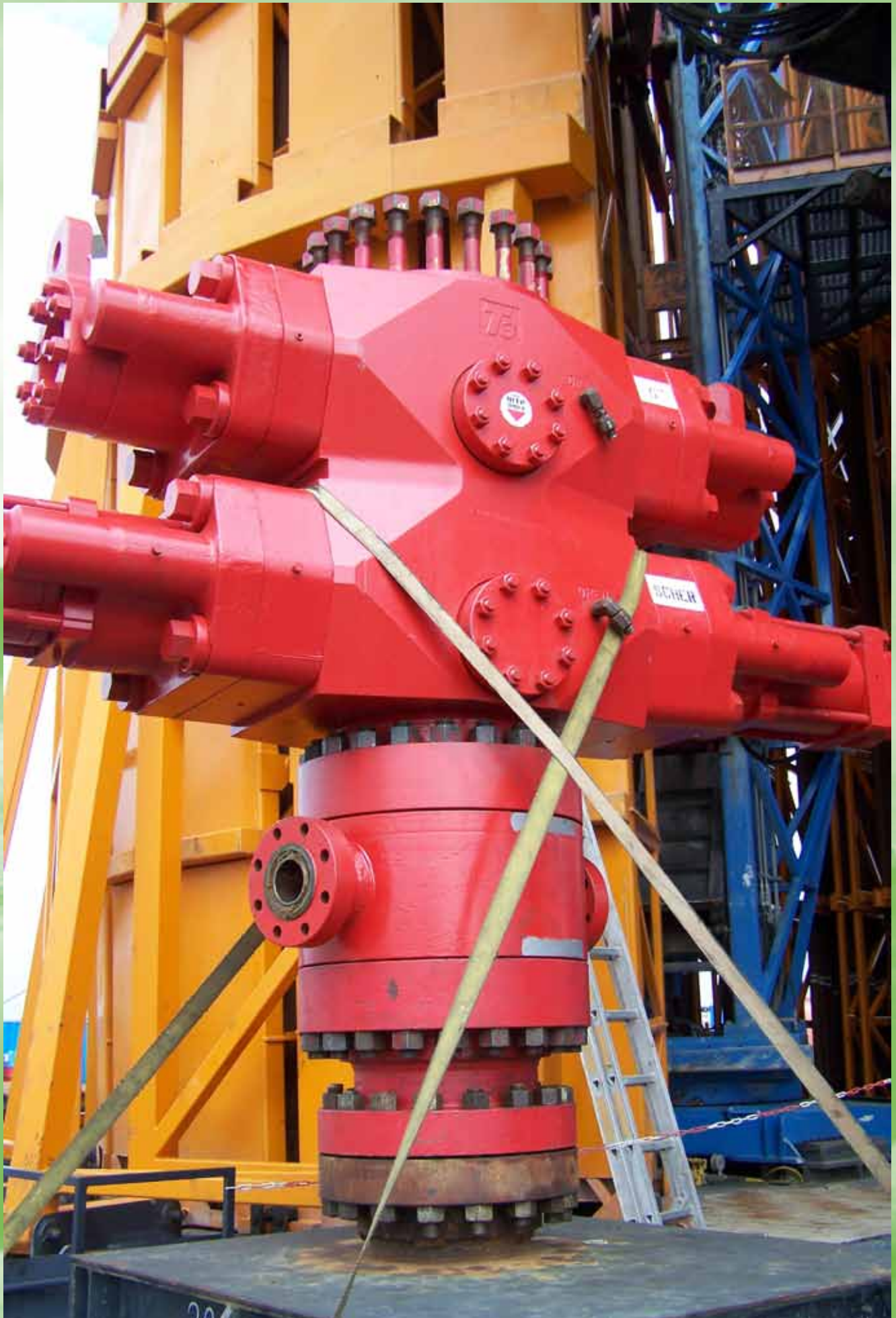
De voor de winning van aardwarmte beoogde watervoerende zandsteenlagen Berkel Zandsteen, Rijswijk Zandsteen en Delft Zandsteen zijn niet afzonderlijk herkenbaar in 3D-seismisch onderzoek. De exacte ligging van Berkel zandsteen was bij het eerste project van Van den Bosch dan ook niet vastgesteld. Wel is de diepte-ligging van de top en de basis van de zandige eenheid, waartoe beide zandsteenlagen behoren, vastgesteld met behulp van seismisch onderzoek.

Voor een optimaal rendement van de aardwarmtewinning dienen deze lagen zo diep mogelijk te worden aangeboord, waardoor het formatiewater met een zo hoog mogelijke temperatuur kan worden opgepompt.

Technische risico's die mogelijk een rol kunnen spelen bij de winning van aardwarmte zijn:

- Neerslag van mineralen wat kan leiden tot verstopping van de put of problemen met warmtewisselaars;
- Het meeproduceren van met name olie of andere stoffen die tot hoge filterkosten kunnen leiden;
- De productie van mee geproduceerd gas, waardoor extra investeringen in veiligheid noodzakelijk zijn;
- Corrosiviteit van het meegeproduceerde(zoute) water wat de putten en bovengrondse installatie kan aantasten;
- Verstopping van de put door zwelling van mogelijk aanwezige kleien/of het samenklonteren van kleideeltjes in suspensie;
- Schade aan de geologische lagen in de aarde(bij toepassing van een hoog waterdebiet en/of hoge druk). Het risico hangt sterk af van de samenstelling van het formatiewater en de mineralogische samenstelling van het gesteente in de watervoerende lagen. De werkelijke omvang van deze risico's zijn dan ook pas na het testen van de eerste boring in te schatten en blijken soms pas nadat de installatie een jaar of meer gedraaid heeft.





6

Conclusies en Tips

Aardwarmte is een aantrekkelijke vorm van warmte voor de tuinbouwsector. Het biedt uitzicht op een stabiele warmteprijs, een sterke reductie in het gebruik van fossiele brandstof, mede door de SDE+-subsidie een concurrerende prijs en een beter imago op het gebied van duurzaamheid. Tuinbouwbedrijven hebben relatief veel warmte op een geconcentreerde plek nodig. Een aardwarmtebron kan die warmte op die geconcentreerde plek leveren. Het voordeel van tuinbouwbedrijven is dat ze al een eigen verwarmingsnet hebben liggen en dat tuinders veel ervaring met warmte-technieken hebben. Niet voor niets zijn bijna alle aardwarmteprojecten in Nederland te vinden in de tuinbouwsector. Een ondernemende en innovatieve sector.

Het basisprincipe van aardwarmte is simpel: je pompt warm water op, je koelt het af, en pompt het vervolgens weer terug. Uit de ervaringen van de eerste acht aardwarmteprojecten in Nederland blijkt het realiseren van een aardwarmtebron behoorlijk complex. Ook het beheer van een aardwarmte-installatie, dat tot een mijnbouwwerk wordt gerekend, moet niet onderschat worden. Vooral de veiligheid van mens en milieu vragen om veel aandacht. Er gelden wetten en regels die voor de tuinder nieuw en onbekend zijn. Daarnaast komen veel van de bedrijven die ingeschakeld moeten worden uit de gas- en oliewereld, een sector die voor de tuinbouw redelijk onbekend is.

De keus om te investeren in aardwarmte is een ingrijpende beslissing voor de toekomst van het tuinbouwbedrijf en vraagt om een grote investering. Een boring naar aardwarmte is en blijft een risicovolle onderneming, aangezien nooit zeker is wat je in de grond tegenkomt. Het is daarom erg belangrijk de risico's van tevoren goed te inventariseren en waar nodig af te dekken via goede contracten, verzekeringen of garanties.

Tuinbouwondernemers die concreet met aardwarmte aan de slag willen, doen er goed aan om zich gedegen te laten informeren. Dit stappenplan is een eerste aanzet om inzichtelijk te maken welke stappen genomen moeten worden om tot een succesvol aardwarmteproject te komen. Bij de overweging om met aardwarmte te beginnen zou een ondernemer in de beginfase aandacht aan de volgende zaken moeten geven:

- Wat is mijn visie op de lange termijn warmtebehoefte van mijn bedrijf en past aardwarmte daarin?
- Wil ik een de bron voor mij alleen gebruiken of samen met andere tuinders?
Bij de tweede optie: wat is dan een goede samenwerkingsvorm?
- Wat is de geologische potentie van de ondergrond, hoeveel van mijn aardgasverbruik kan ik (evt. samen met collega's) daarmee verminderen en hoe ziet de businesscase er uit?
- Hoeveel tijd en geld wil ik zelf in het (voor)traject investeren?
- Heb ik voldoende met tuinders/operators met een bron gesproken en me goed van verschillende kanten laten informeren?

In de beginfase van een project wordt vooral aandacht geschonken aan het geologische onderzoek, het aanvragen van een opsporingsvergunning en het uitrekenen van een businesscase. Wanneer deze zaken goed doorlopen zijn, is er een basis voor een uitgebreid geologisch onderzoek. De kosten hiervoor zijn voor tuinders begrippen vrij hoog, maar het is essentieel voor een goede basis van het project.

Dit rapport geeft namelijk beter inzicht in het te verwachten thermische vermogen, een optimaal boorontwerp, de boorrisico's, de aanvraag voor een SDE-subsidie en de SEI-garantie/marktgarantie en gesprekken met financiers en investeerders.

Wanneer de tuinder besluit om daadwerkelijk te gaan boren komt hij in de fase waarbij veel werk verzet moet gaan worden. Hij moet keuze maken wie hij nog meer bij zijn project gaat betrekken en ook wie hij van zijn bedrijf gaat vrij maken om 'de kar te trekken'. Gezien de eisen die de overheid aan een geothermische boring stelt, moeten er verschillende documenten opgesteld worden en afspraken op papier komen. Daarbij zullen kostbare deskundigen ingehuurd moeten worden en beginnen de voorbereidingskosten aardig op te lopen. Een voorbereidingstraject van 1,5 tot 2 jaar is niet uitzonderlijk. De volgende vragen zijn voor deze fase van belang:

- Heb ik, of iemand uit mijn bedrijf voldoende vrijgemaakt om dit project te trekken, of huur ik tijdelijk een projectleider in?
- Heb ik de juiste deskundigheid om me heen verzameld en kan ik een mijnbouw-onderneming runnen?
- Heb ik de risico's en onzekerheden goed in kaart gebracht en afgedekt?
- Heb ik de (zakelijke) afspraken goed op papier gezet en voldoende investeerders of financiële middelen ter beschikking?
- Heb ik een realistische planning en voldoende tijd om alle stappen zorgvuldig te doorlopen?
- Wat voor type contract wil ik met mijn boorbedrijf (lump sum of daily rate) en andere leveranciers?
- Heb ik tijdig contact gezocht met SodM en andere overheidspartijen in verband met vergunningen en toestemmingen?

Veel projecten onderschatten de kosten en tijd die nodig zijn voor een grondige voorbereiding van het project. Enerzijds bestaat er bij opdrachtgevers de wens om, nadat er overeenstemming met een boormaatschappij is, zo snel mogelijk te beginnen, anderzijds moeten in de aanloop van de boring veel (veiligheids)documenten opgesteld worden en aan uitgebreide wettelijke voorschriften voldaan worden. Voorkomen moet worden dat men in een situatie komt waarbij de boortoren reeds gereed staat en Staatstoezicht op de Mijnen nog geen groen licht voor de boring kan/wil geven.

Aardwarmte staat nog redelijk aan het begin van zijn ontwikkeling als warmteleverancier. De techniek is nog in ontwikkeling en met ieder nieuw project worden er weer nieuwe dingen geleerd. Het is belangrijk dat zaken rond de opzet en inrichting van aardwarmte projecten gestandaardiseerd worden en dat er eenduidige normen komen voor gebruikte materialen en apparatuur. Dit zal bijdragen aan het beheersen van kosten. Daarnaast is het belangrijk dat er ook standaardisatie komt op het gebied van bijvoorbeeld boorcontracten, verzekeringen, geologische onderzoeken, VG-zorgsystemen, etc.. Door het Platform Geothermie in samenwerking met LTO Noord Glaskracht is – in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en het Productschap Tuinbouw in het kader van het programma Kas als Energiebron - een Handboek Geothermie Operators opgesteld. Dit handbook is geschreven door de huidige groep eigenaren/operators van een aardwarmtebron. en bevat de generieke richtlijnen voor de opzet van een VG-zorgsysteem, zie www.energiek2020.nu of www.geothermie.nl Ook in het kader van 'Kas als Energiebron' is al heel veel andere kennis vastgelegd. Maak hier gebruik van.

Het gebruiksgemak van een aardwarmtebron is een heel erg groot voordeel. en tuinder krijgt met een aardwarmtebron voor een belangrijk deel controle over zijn eigen warmte voorziening. In het project bij Van den Bosch wordt meer energie bespaard dan bij een aardwarmteproject voor 5.000 huishoudens. Deze zeer duurzame vorm van energievoorziening zal in de komende jaren stevig verder groeien. De olie- en gasprijzen zullen de komende jaren blijven fluctueren en dit heeft een effect op de terugverdientijd van een aardwarmtebron, echter met aardwarmte zal de duurzaamheid en kostprijs op middellange en lange termijn gewaarborgd zijn. Dat is van groot belang voor de continuïteit van de tuinbouwbedrijven, die een goed overwogen keuze voor aardwarmte hebben gemaakt.

7

Concept exploitatie

Hieronder is een voorbeeldexploitatie gegeven van een aardwarmtebron en een berekening van de kosten per aardgasequivalent. Met name geologie, ontwerp, daadwerkelijke investeringskosten en mate van uitkoeling kunnen grote invloed hebben op de exploitatie. Dit kan per geothermische bron behoorlijk verschillen.

Voorbeeld exploitatie geothermiebron*				
Brondebiet	160	m ³ /h		
Temperatuur bron	77	graden		
Temperatuur injectie	37	graden		
Temperatuur verschil	40	graden		
Zoutgehalte	1,1	kg/l		
Soortelijke warmte	3,55	J/kg K		
Thermisch vermogen			6,94	MW
Bedrijfsuren (vollast)	6000	uur		
Geleverde warmte per jaar			41.653	MWh
Geleverde warmte per jaar			149.952	GJ
Warmte in aeq			4.745.981	m ³ aardgas
COP	14			
Elektra kosten	0,1	€/kWh	incl. transport	
Afschrijving	12	jaar		
Rente	6%			
Investering	€ 9.500.000			
Annuïteiten	€ 1.133.132	per jaar		
Beheer en onderhoud	€ 250.000	per jaar		
Elektra	€ 297.524	per jaar		
Totaal kosten per jaar	€ 1.680.656	per jaar		
SDE	4,9	€/GJ		
Opbrengst SDE	€ 734.765	per jaar		
Netto kosten	€ 945.891	per jaar		
Prijs per aeq	€ 0.199			
* er is geen rekening gehouden met gas- of oliebijvangst				
* er is geen rekening gehouden met extra inkoop CO ₂				
* er is geen rekening gehouden met extra investeringen in uitkoeling				
* bij een cluster kunnen de vollast uren hoger uitvallen				
* elektra kosten en SDE-opbrengsten kunnen veranderen in de tijd				
* er is geen rekening gehouden met fiscale aspecten/voordelen				

Aardwarmteprojecten in Nederland, medio 2013

A+G Van den Bosch in Bleiswijk

Bron 1, diepte ca. 1600 meter, temperatuur ca. 60 graden, debiet ca. 150-200 m³/h

Bron 2, diepte ca. 1800 meter, temperatuur ca. 65 graden, debiet ca. 130 m³/h

<http://www.vleestomaat.nl/index.php/onze-kwekerij/4-aardwarmte>

www.energiek2020.nu: Ervaringen met A+G Van den Bosch

Tuinbouwbedrijf Ammerlaan Grond- en Hydrocultuur in Pijnacker-Nootdorp

Diepte ca. 2100 meter, temperatuur ca. 70 graden, debiet ca. 100 m³/h

<http://www.ammerlaan-tgi.nl/nl/22/Aardwarmte>

Aardwarmte Den Haag in Den Haag

Diepte ca. 2300 meter, temperatuur ca. 75 graden, tijdelijk geen pompactiviteiten

<http://www.aardwarmtedenhaag.nl/>

Tomaten-kwekerij Gebr. Duijvestijn, in Pijnacker-Nootdorp

Diepte ca. 2000-2300 meter, temperatuur ca. 70 graden, 130-150 m³/h

<http://duijvestijntomaten.nl/duijvestijn-tomaten/aardwarmte/>

Aardwarmtecluster Koekoekspolder in IJsselmuiden

Diepte 1850-1950 meter, temperatuur ca. 73 graden, debiet ca. 140 m³/h

<http://www.greenhousegeopower.nl/>

Californië Wijnen Geothermie (CWG) in Grubbenvorst

Diepte 2200-2300 meter, temperatuur ca. 80 graden, debiet ca. 200m³/h

<http://www.square-crops.com/nl/mvo/geothermie>

<http://www.californie.nu/gezond-bezig/aardwarmte/>

Green Well Westland, Honselersdijk

Diepte 2900 meter, temperatuur ca. 85 graden, debiet ca. 180 m³/h

<http://www.green-well-westland.nl/index.php/nl/>

Floricultura in Heemskerk

Diepte 2700-2900, Gegevens nog niet bekend

ECW, Agriport A7 in Middenmeer

Diepte 2500 meter, Temperatuur 90 graden, debiet ca. 200 m³/h

<http://www.ecwnetwerk.nl/aard-warmte>

Informatie over alle geothermieprojecten – de voorgeschiedenis en geactualiseerde informatie - wordt bijgehouden op <http://geothermie.nl/geothermie/projecten/>.

Informatie over aangevraagde en toegekende vergunningen wordt bijgehouden op <http://www.nlog.nl/nl/geothermalEnergy/geothermalEnergy.html>

In het kader van het innovatie- en actieprogramma Kas als Energiebron is al heel veel kennis van andere projecten vastgelegd.

<http://www.energiek2020.nu/duurzame-energie/aardwarmte/>

Praktische adressen en websites

Geologische onderzoeksbureaus

Fugro; <http://www.fugro.nl/>
GeoService; <http://www.geoservice.de/home.html>
IF-Technology; <http://www.iftechnology.nl/>
PanTerra; <http://www.panterra.nl/>
T&A Survey; <http://www.ta-survey.nl/>
Vito; <http://www.vito.be/VITO/NL/HomepageAdmin/Home/Subsites/Geothermie>

Boorbedrijven:

Daldrup & Söhne; http://www.daldrup.eu/en/?id_seite=1
Drilltech; <http://www.drilltech.com/>
Haitjema; <http://www.haitjema.nl/> (ondiep boren)
KCA Deutag; <http://www.kcadeutag.com/>
Odfjell; <http://www.odfjelldrilling.com/>

Installatiebedrijven en leveranciers

Adegeest kasverwarming; <http://www.kasverwarming.nl/>
Cogas Tech; <http://www.cogasinstallatiegroep.nl/?p=home>
Delta Pompen; <http://www.deltapompen.com/>
GTS; <http://www.gastreatmentservices.com/>
Twinfilter; <http://www.twinfilter.com/dutch>
Van der Ende Groep; <http://www.vanderendegroep.nl/nl>
VB-Projects; <http://www.vb-projects.nl/nl/klimaat-energie/>

Adviesbureaus

Agro AdviesBuro; <http://www.agroadviesburo.nl/nl/>
Corrodium; <http://www.corrodium.nl/web/>
DLV Glas en Energie; <http://www.dlvge.eu/index.php/nl/>
Ekwadraat; <http://www.ekwadraat.com/>
Flynth; <http://www.flynth.nl/>
GPC; <http://www.gpc-france.com/en/homeEN.html>
HDG; <http://hd-group.eu/>
Radiatco; <http://www.radiatco.com/>
Stralingssupport; <http://stralingsupport.nl/>
TNO; <http://www.tno.nl/index.cfm>
WEP; <http://www.wellengineering.nl/>
WellSpec; <http://www.wellspec.com/index.php?id=2>
Well perform; <http://www.wellperform.com/>

Olie en Gas gerelateerde bedrijven, relevant voor geothermie

Bakker Oilfield Supply; <http://www.bakkergroep.nl/nl/site/oilfield-supply>
BakerHughes; <http://www.bakerhughes.com/>
Bauer; <http://www.bauer.de/en/bre/responsibilities/>
Canadian Advance; <http://www.cai-esp.com/>
Coil Service en Slickline; <http://www.coilservices.nl/>
Deep Drill; <http://www.deepdrill.nl/>
Equipment Trading International; <http://www.e-t-i.nl/>
Schlumberger; <http://www.slb.com/>
Weatherford; <http://www.weatherford.com/index.htm>