

50060657-KPS/SEN/IF 02-3058

**Kansen voor lage-temperatuurwarmte
in combinatie met warmtepompen en
ondergrondse energie-opslag bij (bijna)
gesloten kassen**

Deelrapport: ondergrondse energieopslag

Arnhem, 12 november 2002

Auteur: M.M. van Aarssen

In opdracht van KEMA
Ten behoeve van Productschap Tuinbouw en Novem

Colofon

Dit deelrapport "Ondergrondse energie-opslag", opgesteld door IF Technology (onder kenmerk 1/51217/AS), maakt deel uit van de rapportage van het project: "Kansen voor lage-temperatuurwarmte in combinatie met warmtepompen en ondergrondse energieopslag bij (bijna) gesloten kassen", dat KEMA in opdracht van Novem en Productschap Tuinbouw heeft uitgevoerd. Dit document gaat in op de problematiek van ondergrondse energieopslag in watervoerende zandlagen (aquifers). De resultaten van deze nevenstudie zijn in de hoofdstudie "Haalbaarheid warmtepompgebaseerd koel-/ontvochtigings- en verwarmingssysteem met warmteopslag in aquifers" (KEMA-rapportnummer: 50060657-KPS/SEN 02-3035) gebruikt.

Dit project is mede mogelijk gemaakt door subsidieverlening door het Productschap Tuinbouw in het kader van de algemene subsidieverordening van het productschap (PT-projectnummer 10711) en door Novem op grond van het Besluit Subsidies Energie-programma's, programma-onderdeel Energiebesparing in agrarische bedrijven (Novem projectnummer 335519/0210).



Opdrachtgever:

KEMA Power Generation & Sustainables
Postbus 9035
6800 ET ARNHEM
Tel.: 026 - 356 22 27
Fax: 026 - 445 82 79
E-mail: j.a.f.deruijter@kema.nl
Contactpersoon: dhr. ir. J.A.F. de Ruijter

Uitvoerder:

IF Technology bv
Frombergstraat 1
Postbus 605
6800 AP ARNHEM
Tel.: 026 - 443 15 41
Fax: 026 - 446 01 53
E-mail: info@iftechnology.nl
Contactpersonen: dhr. ir. A.L. Snijders
dhr. ir. M.M. van Aarsen

Inhoud

Pagina

1	Inleiding	4
2	Overzicht energievraag	5
3	Installatie met koudeopslag	6
3.1	Principe van koude-/warmteopslag	6
3.2	Inpassing van de koude-/warmteopslag	6
3.3	Levering van de energievraag	8
4	Geohydrologie	12
5	Juridisch kader	14
5.1	Grondwaterwet	14
5.2	Overige wetgeving	15
6	Dimensionering grondwatersysteem	16
6.1	Aquifer	16
6.2	Opslagrendement	17
6.3	Globale dimensionering bronnen	17
6.4	Bronlocaties	18
6.5	Beschrijving van de hoofdcomponenten	19
7	Investeringskosten en exploitatiekosten	22
7.1	Raming van de investeringskosten	22
7.2	Energieverbruik en exploitatiekosten	22
7.3	Levensduur installatie	23

Bijlagen:

- 1 Vergunningprocedure Grondwaterwet

1 Inleiding

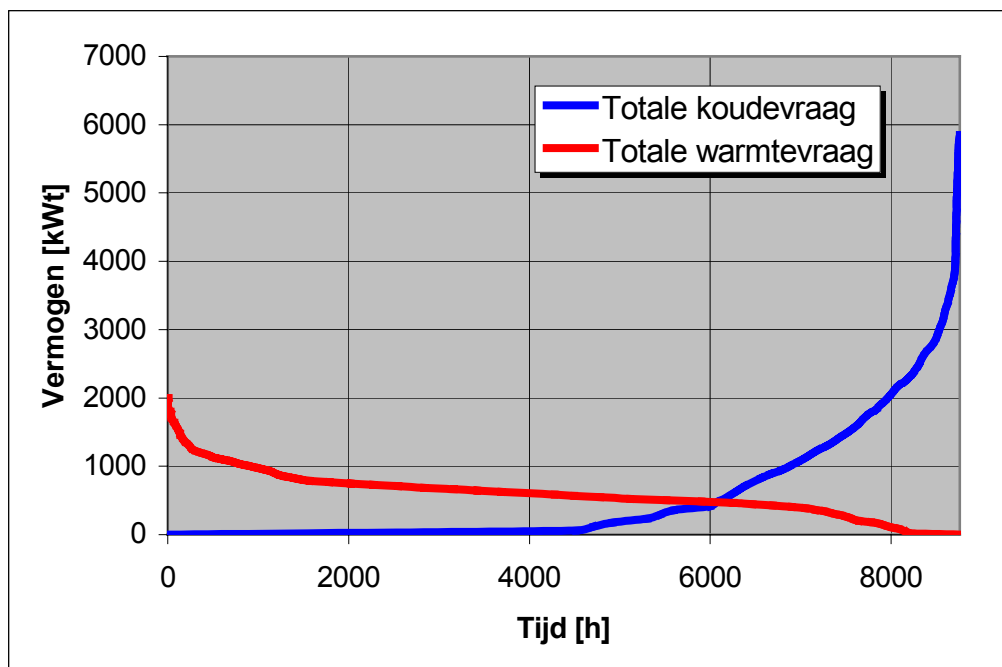
Eén van de opties om duurzame energie in de glastuinbouw toe te passen, is de benutting van duurzaam gewonnen warmte middels warmtepompen. De benodigde lage temperatuur omgevingswarmte kan gedurende de zomerperiode aan de kas onttrokken worden door de lucht in de kas te koelen en te ontvochtigen. KEMA heeft een onderzoeksopdracht om de haalbaarheid van deze optie uit te werken.

Onderdeel van het energievoorzieningssysteem is de seizoensopslag van warmte in een aquifer. KEMA heeft IF Technology gevraagd een deel van de werkzaamheden die betrekking hebben op het energieopslagsysteem uit te werken.

De gehanteerde uitgangspunten betreffende de warmte- en koudevraag zijn vermeld in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt het systeemconcept voor warmte-/koudeopslag uitgewerkt. Na een overzicht van de geohydrologische situatie in Nederland in hoofdstuk 4 volgt in hoofdstuk 5 de omschrijving van het juridisch kader. De globale dimensionering van het koude-/warmteopslagsysteem staat in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 wordt een raming weergegeven van de investeringen en exploitatiekosten van het koude-/warmteopslagsysteem.

2 Overzicht energievraag

Om de warmte- en koudevraag te bepalen heeft KEMA een simulatie gemaakt van een kassencomplex. Uit deze berekeningen volgen de jaarbelastingduurkrommes voor verwarming en koeling zoals weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Weergave van de totale jaarbelastingduurkrommes voor verwarming en koeling van het gemodelleerde kassencomplex van 1 ha. De kromme voor koude is gespiegeld getekend ten opzicht van die van warmte (de schaal van de blauwe curve loopt van rechts naar links van 0 tot 8760 uur).

Een overzicht van de vermogens, energiehoeveelheden en temperaturen zijn weergegeven in tabel 2.1. Daarbij is uitgegaan van een kassencomplex van 1 hectare (ha).

Tabel 2.1 Vermogens, energiehoeveelheden en temperaturen voor 1 ha kassencomplex

kassencomplex		
koeling		
maximale koelvermogen	kWt	5.840
koudevraag	MWht	4.950
ontwerptemperaturen koelbatterij (aanvoer/ retour)	°C	10 / 17
verwarming		
maximale verwarmingsvermogen	kWt	2.000
warmtevraag	MWht	5.180
ontwerptemperaturen verdamper warmtepomp (aanvoer/ retour)	°C	13 / 5*

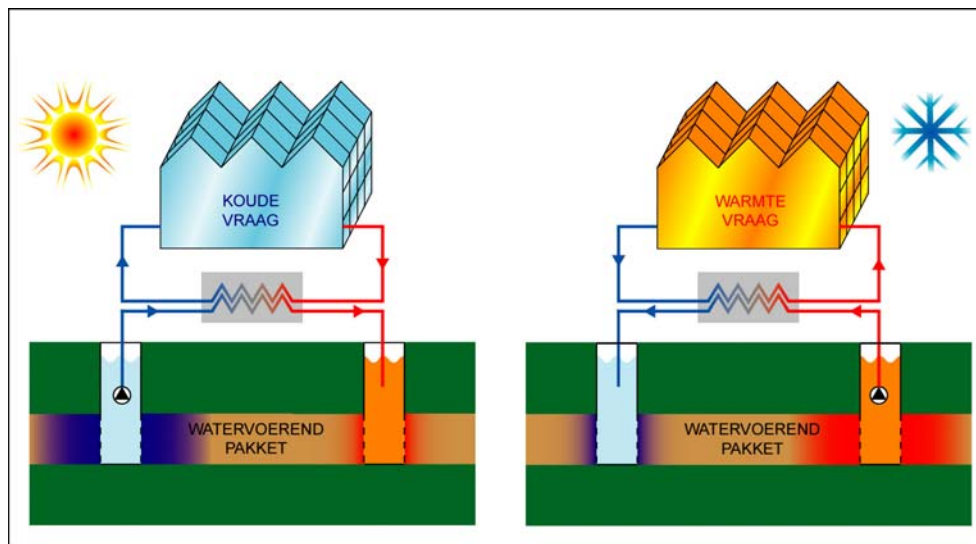
*) De gegeven temperaturen zijn de temperatuur van en naar de warmtewisselaar met het grondwatersysteem aan de zijde van de warmtepomp.

3 Installatie met koudeopslag

In het voorgaande hoofdstuk zijn de randvoorwaarden voor de energielevering aan een kassencomplex vastgelegd. Dit resulteert in een warmte- en koudevraag welke geleverd moet worden door de energie-infrastructuur.

3.1 Principe van koude-/warmteopslag

Koude-/warmteopslag in watervoerende lagen is een techniek om gebouwen en/of processen op een duurzame manier van koeling en verwarming te voorzien. Het principe van deze techniek is dat in de zomer wordt gekoeld (en bij kassen ook ontvochtigd) met winterkoude (figuur 3.1). Om deze koude beschikbaar te krijgen, wordt in de winter grondwater onttrokken aan zogenaamde warme bronnen en na afkoeling met een temperatuur tussen de 6 - 9 °C in zogenaamde koude bronnen geïnjecteerd. Voor de afkoeling met buitenlucht kan bijvoorbeeld een koeltoren of luchtbehandelingskast worden toegepast. Een andere mogelijkheid is om de lage temperatuur warmte uit de warme bronnen middels een warmtepomp op te waarderen naar een hoger temperatuurniveau. Zodoende wordt relatief warm grondwater gebruikt als bronwarmte van de warmtepomp, met als resultaat dat koud grondwater in de koude bronnen wordt geïnfiltrerd. In de zomer keert het systeem om en wordt er gekoeld grondwater onttrokken aan de koude bronnen en, na afgifte van koude aan het gebouw/proces, geïnjecteerd in de warme bronnen met een temperatuur van circa 15 - 18 °C. Afhankelijk van het benodigde grondwaterdebiet worden één of meerdere koude en warme bronnen toegepast.



Figuur 3.1 Principeschema van koude-/warmteopslag.

3.2 Inpassing van de koude-/warmteopslag

Om te komen tot een optimale energie-infrastructuur is in een vroeg stadium van deze studie een aantal concepten opgesteld voor de energievoorziening voor een kassencomplex. Hieronder wordt kort de werking van de concepten besproken.

Warmte-levering

De warmte voor de basislast van het kassencomplex wordt geleverd met warmtepompen. In de winter wordt grondwater opgepompt uit de warme bronnen van het koude-/warmteopslagsysteem en vervolgens geleverd aan de warmtepompen. De warmtepompen onttrekken warmte aan het grondwater en het afgekoelde water wordt dan gebruikt om de koudeopslag te laden.

Voor de pieklastdekking wordt gebruik gemaakt van een korte termijn midden-temperatuur buffer welke gevuld wordt met warmte van de warmtepomp. Dit is mogelijk indien de warmtevraag onder het maximale vermogen van de warmtepomp ligt. De bijdrage van de midden-temperatuur buffer is derhalve meegenomen in de warmtelevering door de warmtepomp.

Koude-levering

De basislast van de koeling in de zomer wordt geleverd door het koude-/warmteopslagsysteem. Vanuit de koude bronnen van dit systeem wordt in de zomer koud water opgepompt en gebruikt om de recirculatielucht voor het kassencomplex te koelen. Nadat het grondwater zijn koude heeft afgestaan aan de lucht wordt het geïnfiltrerd in de bodem middels warme bronnen. Tijdens piekbelasting in de koudevraag kan de warmtepomp worden ingezet als koelmachine. Daarbij wordt de condensorwarmte afgevoerd naar het grondwater.

Daarnaast *kan* voor het leveren van de piekbelasting van de koude gebruikt gemaakt worden van een korte termijn koudebuffer. Deze buffer kan gevuld worden met koude afkomstig van de warmtepomp of het koude-/warmteopslagsysteem.

Tussenseizoen

Indien er in het tussenseizoen een gelijktijdige vraag van koude en warmte ontstaat, bijvoorbeeld voor ontvochtiging wordt deze in principe gedekt door de warmtepomp te laten draaien. De door de warmtepomp geproduceerde koude wordt dan gebruikt voor de koeler/ontvochtiger. Deze koude wordt eventueel aangevuld met koude uit de aquifer. De warmte die aan de condensorzijde van de warmtepomp wordt afgegeven, gaat in principe naar de midden-temperatuur warmtebuffer. Eventuele overtollige warmte wordt middels een 3-weg klep en een warmtewisselaar afgegeven aan het grondwater.

Onbalans

Uit berekeningen blijkt dat de koudevraag groter is dan de koudeproductie van de warmtepompen in de winter. In het algemeen wordt door de vergunningverlener aan een koude-/warmteopslagsysteem als eis gesteld dat de thermische balans in de bodem sluitend moet zijn. Daarnaast is het technisch gezien niet aan te raden een onbalans te laten ontstaan aangezien er zodoende een gestage opwarming of afkoeling van de bodem kan optreden waardoor de vereiste temperatuurniveaus op termijn niet gehaald kunnen worden.

In het beschreven concept ontstaat door het overschot aan warmte die de koelbatterijen produceren een onbalans. Deze onbalans kan door extra te plaatsen koeltorens aangezuiverd worden. In de winter wordt zodoende extra koude geladen totdat de thermische onbalans weer in evenwicht is. Dit houdt wel in dat het overschot aan warmte uit de bodem vernietigd wordt. Een alternatief zou kunnen zijn de levering van (overtollige) bronwarmte aan een belendend glastuinbouwbedrijf, dat dan echter ook over een warmtepomp dient te beschikken.

3.3 Levering van de energievraag

Zoals in voorgaande paragraaf is beschreven worden de gevraagde vermogens en energiehoeveelheden geleverd door verschillende componenten in het energieconcept. In deze paragraaf wordt de levering per component gekwantificeerd. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen drie varianten van het energieconcept, te weten variant 1 met een maximaal koelvermogen van 6.000 kWt, variant 2 met een maximaal koelvermogen van 3.000 kWt en variant 3 met een maximaal koelvermogen van 2.000 kWt.

Warmtepomp/koelmachine

In alle drie de concepten is ervoor gekozen de warmtepomp de basislast van de warmtevraag te laten leveren. Uit de jaarbelastingduurkromme voor verwarming (figuur 2.1) blijkt dat in dit geval het optimale warmtepompvermogen circa 1.500 kWt per hectare bedraagt. De piek wordt geleverd vanuit de korte termijn warmtebuffer, welke buiten de pieklast gevuld wordt door de warmtepomp.

Zoals beschreven wordt de warmtepomp in de periode dat er koudevraag is ingezet als koelmachine. Indien wordt uitgegaan van een COP van 4 voor de warmtepomp dan zal de COP van de koelmachine 3 bedragen. Dat resulteert in een koelvermogen van 1.125 kWt.

Korte termijn midden-temperatuur buffer

De grootte van de korte termijn buffer is af te leiden uit de piekvraag van de verwarming. Uit de simulatie die is uitgevoerd door KEMA volgt dat er voor deze pieklast gedurende 6 uur circa 500 kWt geleverd dient te worden door de buffer. Uitgaande van een temperatuurverschil van 25 °C (50-25 °C) resulteert dit in een korte termijn buffer van 100 m³ per hectare. Deze grootte is voor alle drie de varianten gelijk.

Korte termijn koudebuffer

De bovenbeschreven korte termijn warmtebuffer kan in de zomer eventueel ingezet worden als korte termijn koude buffer. Uit de simulatie volgt dat de pieklast van de koeling gedurende 10 uur optreedt. Dat houdt in dat uitgaande van een temperatuurverschil van 8 °C de bovengenoemde buffer van 100 m³/ha circa 93 kWt kan bijdragen in de piek. Dit vermogen is te gering voor de gehele pieklastdekking. Indien uitgegaan wordt van volledige pieklastdekking voor bepaling van de grootte van de koudebuffer, wordt de buffer veel groter. Hierbij dient rekening gehouden te worden met een maximaal vermogen van circa 2.500 kWt dat gedurende 10 uur geleverd dient te worden door de buffer. Bij een temperatuurverschil van 8 °C resulteert dit in een korte termijn buffer van 2.700 m³ per hectare.

Een ander aspect dat een rol speelt is het feit dat ook tijdens warme periodes er warmtevraag is voor het opwarmen van de ventilatielucht na ontvochtiging. Deze warmtevraag kan geleverd worden door de korte termijn warmtebuffer. Hierdoor is de inzet van deze buffer als koudebuffer niet mogelijk. Uit de voorgaande berekening en redenering volgt dat het inzetten van de korte termijn warmtebuffer als koudebuffer technisch niet zinvol en haalbaar is.

Koude-/warmteopslagsysteem

Het koude-/warmteopslagsysteem levert in de winter warmte aan de warmtepomp. Het warmtepompvermogen bedraagt 1.500 kWt en dit resulteert in een vermogen voor het koude-/warmteopslagsysteem van 1.125 kWt in de winter, rekening houdend met een COP van 4 voor de warmtepomp.

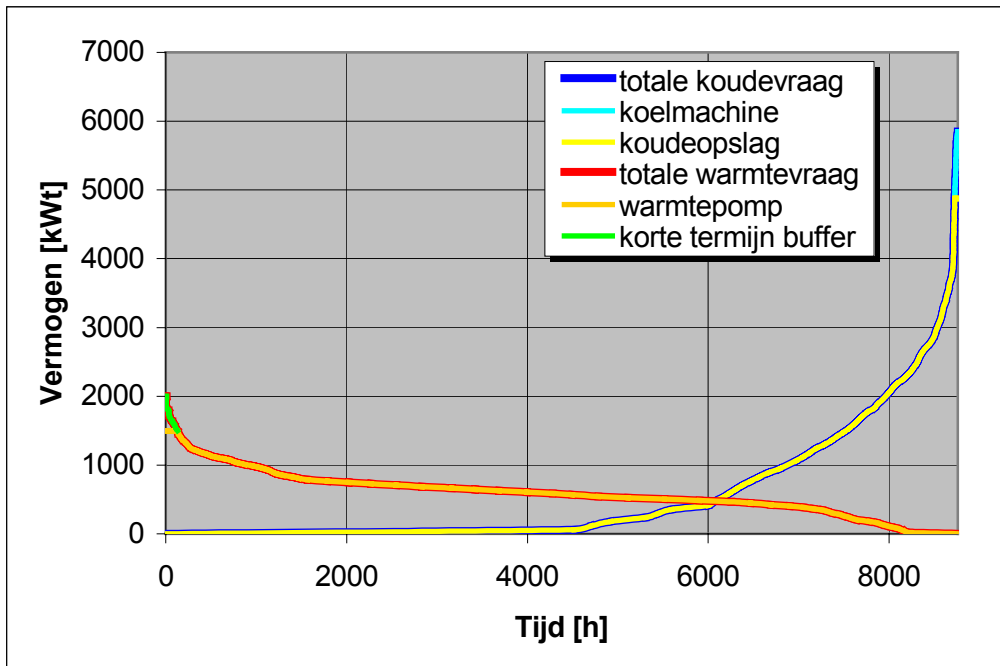
In de zomer wordt de basislast van de koudevraag geleverd door het koude-/warmteopslagsysteem. Het koelvermogen varieert voor de drie varianten. Voor variant 1, 2 en 3 is het maximale vermogen 4.875 kWt, 1.875 kWt respectievelijk 875 kWt.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de vermogens per component voor de drie varianten.

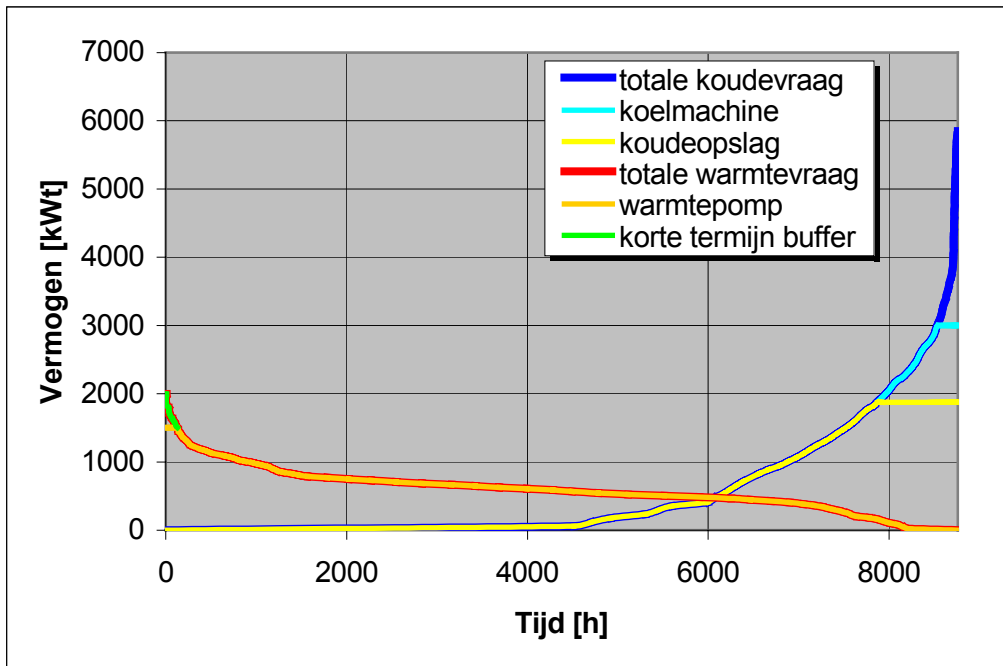
Tabel 3.1 Overzicht van de opgestelde vermogens per component.

kassencomplex 1 ha				
koeling		variant 1	variant 2	variant 3
koudeopslag	kWt	4.875	1.875	875
compressie koelmachine/warmtepomp	kWt	1.125	1.125	1.125
totaal	kWt	6.000	3.000	2.000
verwarming				
warmtepomp	kWt	1.500	1.500	1.500
korte termijn midden-temperatuur buffer	kWt	500	500	500
warmteopslag (met COP _{wp} = 4)	kWt	1.125	1.125	1.125
totaal (alleen WP en buffer)	kWt	2.000	2.000	2.000

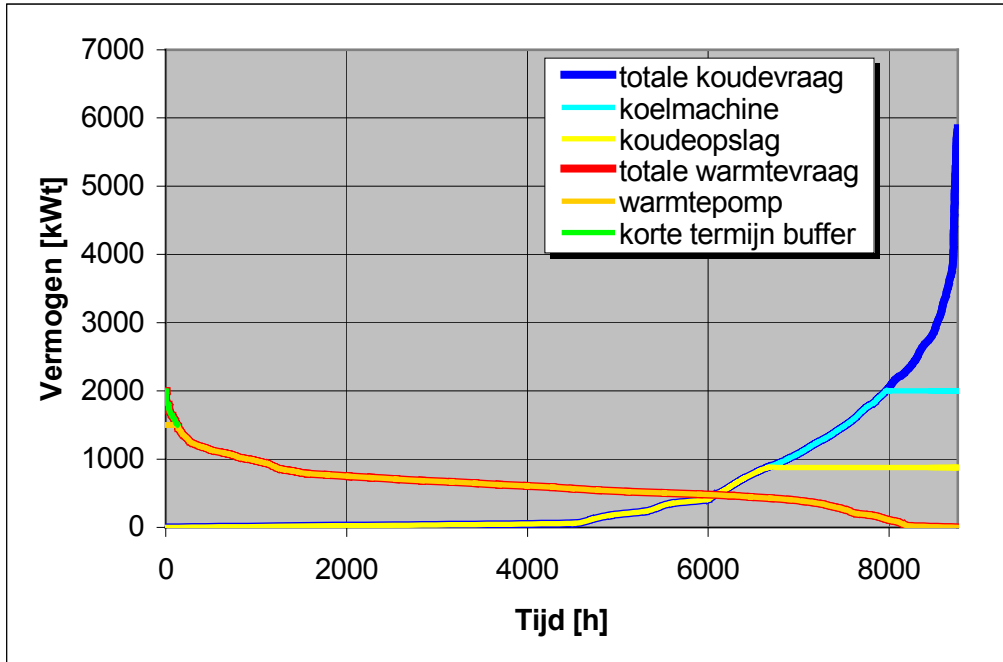
De gegeven vermogens kunnen uitgezet worden in de jaarbelastingduurkrommes (jbdk's) van figuur 2.1. Het oppervlak onder de kromme van één component geeft de geleverde energiehoeveelheid van die component op jaarbasis. Hieronder zijn de jbdk's per variant weergegeven. De genoemde koelmachine is de warmtepomp die in de zomer ingezet kan worden als compressie koelmachine.



Figuur 3.2 Jaarbelastingduurkrommes voor variant 1.



Figuur 3.3 Jaarbelastingduurkrommes voor variant 2.



Figuur 3.4 Jaarbelastingduurkrommes voor variant 3.

Tabel 3.2 Overzicht van de geleverde energie op jaarbasis per component.

kassencomplex				
koeling		variant 1	variant 2	variant 3
koudeopslag	MWht	4.930	4.200	2.780
compressie koelmachine/warmtepomp	MWht	20	580	1.530
totaal	MWht	4.950	4.780	4.310
verwarming				
warmtepomp	MWht	5.150	5.150	5.150
korte termijn midden-temperatuur buffer	MWht	30	30	30
totaal	MWht	5.180	5.180	5.180

Op basis van bovenstaande gegevens en de vastgestelde vermogens is voor het koude-/warmteopslagsysteem bepaald hoeveel koude en warmte geleverd dient te worden. De uitgangspunten voor de drie varianten van het grondwatersysteem zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Vermogens, energie- en waterhoeveelheden voor het koude-/warmteopslagsysteem van de drie varianten.

koude-/warmteopslagsysteem				
		variant 1	variant 2	variant 3
zomer				
maximale gevraagde koelvermogen	kWt	4.875	1.875	875
maximaal/minimaal debiet	m ³ /h	600/25	240/25	110/25
hoeveelheid geleverde koude door grondwatersysteem	MWht/a	4.930	4.200	2.780
geschatte hoeveelheid verplaatst water zomer	m ³ /a	700.000	600.000	400.000
onttrekkingstemperatuur koude	°C	6 ... 9 (max)	6 ... 9 (max)	6 ... 9 (max)
gemiddelde infiltratietemperatuur warmte	°C	16	16	16
winter				
maximale gevraagde verwarmingsvermogen	kWt	1.125	1.125	1.125
maximaal/minimaal debiet	m ³ /h	120/25	120/25	120/25
hoeveelheid geleverde warmte door grondwatersysteem	MWht/a	3.890	3.890	3.890
geschatte hoeveelheid verplaatst water winter	m ³ /a	420.000	420.000	420.000
onttrekkingstemperatuur warmte	°C	16 ... 14	16 ... 14	16 ... 14
gemiddelde infiltratietemperatuur koude	°C	6	6	6

Uit de tabel kan worden afgeleid dat met name voor variant 1 en 2 de energiehoeveelheden en daarmee de waterhoeveelheden in zomer en winter niet in balans zijn. Vooral nog wordt er van uit gegaan dat middels aanvullende voorzieningen deze onbalans hersteld wordt.

4 Geohydrologie

Bodemopbouw

De ondergrond van Nederland bestaat vanwege de ligging in een rivier-delta tot een diepte van 200 à 300 m uit een groot aantal lagen sediment. Deze lagen zijn meestal (nog) niet verhard tot vast gesteente en liggen min of meer horizontaal. Op basis van grondsoort kan de ondergrond beschreven worden als een reeks opeenvolgende klei-, veen- en zandlagen. Door verschillen in waterdoorlatende eigenschappen per grondsoort wordt in de geohydrologie de ondergrond geschematiseerd tot watervoerende pakketten en scheidende lagen. Een watervoerend pakket is in de regel een zand- of grindlaag met een zekere dikte die over een groter gebied wordt aangetroffen. Een scheidende laag bestaat uit een of meer lagen met een minder goede doorlatendheid (klei, leem, veen, lemig zand, etc.) met eventueel dunne laagjes die beter doorlatend zijn er tussenin. Wanneer een scheidende laag niet aan de bovenzijde wordt begrensd door een watervoerend pakket, spreekt men van een deklaag. Wanneer een scheidende laag aan de onderzijde (voor zover bekend) niet wordt begrensd door een watervoerend pakket spreekt men over de ondoorlatende of slecht doorlatende basis van het hydrologisch systeem.

Wat men nog als een afzonderlijk watervoerend pakket wil beschouwen hangt van de toepassing af. De dikte van een watervoerend pakket limiteert de filterlengte. De minimale filterlengte wordt in hoofdzaak bepaald door de maximaal toelaatbare stroomsnelheid op de boorgatwand, het debiet, en de maximale boorgatdiameter. Wanneer de minimale filterlengte groter is dan de dikte van het watervoerend pakket zijn meerdere infiltratieputten nodig.

Niet overal in Nederland is binnen 200 à 300 m onder maaiveld (m-mv) een watervoerend pakket te vinden dat geschikt is voor een koude-/warmteopslag project van enige omvang. Het gaat hier om delen van Twente, de Achterhoek en Zuid-Limburg. In de regel zijn er in Nederland in ieder geval twee watervoerende pakketten aanwezig met uitzondering van het noordoostelijk en oostelijk deel van Nederland en Zeeuws-Vlaanderen. Op enkele plaatsen zijn drie of soms meer watervoerende pakketten aanwezig, zoals in:

- de Centrale Slenk en de Roerdalslenk;
- een deel van Zuidelijk en Oostelijk Flevoland;
- Waterland en Kennemerland;
- Schouwen-Duiveland, Tholen en Noord-Beveland;
- Vijfheerenlanden, westelijke Betuwe en het zuidelijk deel van de provincie Utrecht.

Nadere informatie over de bodemopbouw in Nederland kan bijvoorbeeld worden gevonden in [1].

Grondwaterstroming

Op de meeste plaatsen in Nederland bedraagt de regionale stroming 10 à 30 m/jaar. Een dergelijke stroming vormt voor een opslag van enige omvang geen probleem. Op sommige plaatsen is de stroming echter groter en kan de afstroming van warmte en/of koude aanzienlijk zijn.

Grondwaterkwaliteit

Praktisch overall in Nederland is op enige diepte zout grondwater te vinden. De dikte van de laag zoet water erboven verschilt echter van plaats tot plaats. In veel gevallen is er geen abrupte overgang van zoet naar zout water, maar is een tussenlaag met brak grondwater te onderscheiden. Onder zoet grondwater wordt hier water verstaan dat een chloridegehalte heeft van minder dan 150 mg/l. In veel gevallen wordt menging van zoet met zout water als gevolg van koude-/warmteopslag niet toegestaan.

Wanneer bij de materiaalkeuze van het systeem daarmee rekening wordt gehouden, is koudeopslag ook mogelijk met brak of zout grondwater.

Naast het aantrekken van zout water, is ook het aantrekken van verontreinigd grondwater ongewenst. Dit betekent dat in een vroeg stadium onderzocht moet worden of er verontreinigingen in de buurt zijn, en of deze in belangrijke mate beïnvloed kunnen worden door de opslag.

Grondwatertemperatuur

De grondwatertemperatuur (en dus ook de bodemtemperatuur) varieert met de diepte. Over het algemeen verloopt de temperatuur van het grondwater van circa 11°C op 25 m tot circa 12°C op 100 m diepte. Vanaf 100 m diepte geldt in Nederland een temperatuurgradiënt van circa 2°C per 100 m.

Beschermingsgebieden

Rond de meeste onttrekkingen voor de openbare drinkwatervoorziening zijn beschermingsgebieden aanwezig waarin veel gevallen het uitvoeren van boringen en het onttrekken van grondwater door anderen is verboden. Behalve huidige onttrekkingen zijn ook toekomstige onttrekkingen van belang. Sommige provincies zullen in het nog uit te brengen grondwaterkwantiteitsbeheersplan vastleggen welke gebieden gereserveerd zijn voor de (toekomstige) drinkwatervoorziening. De beschermingsgebieden en de reserveringsgebieden zijn weergegeven in de Provinciale Milieuverordeningen.

5 Juridisch kader

5.1 Grondwaterwet

Provinciaal waterhuishoudingsplan

Het onttrekken en infiltreren van grondwater valt onder de Grondwaterwet. De vergunningen worden verleend door Gedeputeerde Staten. De provincie baseert zich daarbij, naast wettelijke regelingen en verordeningen, op provinciaal beleid vastgelegd in het provinciale waterhuishoudingsplan. In de provinciale verordening staat dat alle inrichtingen met een onttrekking boven de 10 m³/h en 12.000 m³/jaar vergunningplichtig zijn. Beneden deze waarde kan met een melding worden volstaan.

In het provinciaal waterhuishoudingsplan wordt in zijn algemeenheid over grondwateronttrekkingen het volgende gesteld.

Algemene richtlijnen geven onder andere aan dat grondwateronttrekkingen geen nadelige gevolgen of schade van onevenredige omvang in de omgeving mogen veroorzaken aan landbouw, bebouwing en natuur en dat de onttrekking niet mag leiden toe een versterkte verzilting of onaanvaardbare aantasting van de zoetwatervoorraad. Tevens is de noodzaak aangegeven om de kwaliteit van de bodem en het grondwater te beschermen door middel van preventief en brongericht beleid.

Voor wat betreft de kwaliteit van het grondwater dient met het volgende kernpunt rekening te worden gehouden:

Het onttrekken van grondwater mag niet leiden tot een sterke verzilting of een onaanvaardbare aantasting van de zoetwatervoorraad. Evenmin mag als gevolg van het onttrekken van grondwater een onaanvaardbare infiltratie van verontreinigingen vanaf maaiveld optreden.

In het waterhuishoudingsplan wordt in het algemeen tevens een kernpunt opgenomen waaruit blijkt dat de provincie in principe positief tegenover koude-/warmteopslag staat:

Indien grondwater wordt gebruikt voor laag calorische koeling wordt het systeem van koudeopslag in de bodem voorgestaan, waarbij de balans van onttrekking/infiltratie in evenwicht is en er geen onevenredige effecten optreden.

Vergunningsvoorwaarden

Ervaring met andere koude-/warmteopslagprojecten heeft geleerd dat in het kader van de vergunningvoorwaarden veelal metingen van de grondwatertemperatuur, grondwaterstand en grondwatersamenstelling geëist worden. Daarnaast dienen de verplaatste grondwater- en energiehoeveelheden en geïnfiltrerde temperaturen geregistreerd te worden. Afhankelijk van de exacte voorwaarden in de vergunning dienen deze gegevens 1 maal per jaar (bijvoorbeeld grondwaterkwaliteit) tot 1 maal per maand (bijvoorbeeld energiehoeveelheden) geregistreerd te worden. De gegevens dienen jaarlijks gerapporteerd te worden aan de Provincie. Eens in de 3 tot 5 jaar dient een evaluatie plaats te vinden met betrekking tot het functioneren van het koude-/warmteopslagsysteem. Er is vanuit gegaan dat voor de metingen 1 meetbron in de vorm van een extra (kleine) bron dient te worden aangebracht.

Vergunningsprocedure

De vergunningaanvraag dient vergezeld te gaan van een effectenstudie waarin de volgende aspecten dienen te worden gekwantificeerd:

- grondwaterstandveranderingen;
- temperatuurveranderingen in de bodem;
- zettingen;
- beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit;
- emissiebeperking door energiebesparing.

De tijd tussen het indienen van de vergunningaanvraag en het in bedrijf nemen van de installatie dient minstens 7½ maand te bedragen. Een overzicht van de vergunningprocedure is weergegeven in bijlage 1.

Leges

Voor het verkrijgen van een vergunning Grondwaterwet worden door de provincie in sommige gevallen leges in rekening gebracht. De leges zijn éénmalige kosten voor het in behandeling nemen van de vergunningaanvraag. Per provincie kunnen deze leges sterk uiteenlopen, waarbij over het algemeen de grootte van het koude-/warmteopslagsysteem een rol speelt. Per project zal informatie bij de provincie opgevraagd dienen te worden om een indicatie van de hoogte van de leges te verkrijgen. De leges lopen van circa fl. 10.000,- (EUR 4540,-) in de provincie Drenthe tot fl. 60.000,- (EUR 27230,-) in de provincie Gelderland (bij een verplaatste waterhoeveelheid van circa 1.000.000 m³ per jaar). In de provincie Zuid-Holland en Flevoland worden er geen leges geheven.

5.2 Overige wetgeving

Nadat de bronnen zijn geboord moeten ze, om slib en zandvrij grondwater te kunnen leveren, worden schoongespoeld. Tijdens het schoonspoelen wordt grondwater onttrokken dat kan worden geloosd op het riool of op oppervlaktewater. Afhankelijk van de locatie heeft het onttrokken grondwater een hoog chloride gehalte waardoor lozing op riool of klein oppervlaktewater niet toegestaan zal worden. In overleg met het bevoegd gezag (gemeente, hoogheemraadschap of waterschap) zal in zo'n geval gezocht moeten worden naar andere alternatieven, bijvoorbeeld ruim ontvangend oppervlaktewater. In dit geval zal echter een aparte vergunning (proceduretijd 7½ maand) opgestart moeten worden.

6 Dimensionering grondwatersysteem

Het grondwatersysteem onttrekt het opgeslagen koude of warme water aan de bodem en voert dit, na afgifte van de energie, opnieuw terug in de bodem. Het onttrekken en infiltreren vindt plaats middels bronnen waarvan het geperforeerde gedeelte in het watervoerende pakket is geplaatst. De bronnen worden door middel van een leidingnet met elkaar verbonden. De warmte-overdracht tussen het grondwatersysteem en het gekoeld watersysteem vindt plaats door middel van warmtewisselaars.

6.1 Aquifer

Om een dimensionering van een systeem te kunnen maken moeten aannames gedaan worden omtrent de eigenschappen van het toe te passen watervoerende pakket. Op basis van onze kennis en ervaring wordt de volgende 'standaard' aquifer gehanteerd.

- Dikte (D): 30 m
- Permeabiliteit (k): 33 m/d
- Doorlaatvermogen (kD): 1000 m²/d
- Diepte top: 50 m

Het doorlaatvermogen is een maat voor het vermogen van een watervoerend pakket om water door te laten. Het is het product (kD-waarde in m²/d) van de gemiddelde horizontale doorlatendheid (=permeabiliteit, k-waarde in m/d) en de totale laagdikte (D in m) van het watervoerend pakket.

Er zijn watervoerende pakketten die gunstiger eigenschappen hebben (dikker en hogere permeabiliteit), maar er zijn ook aquifers die ongunstiger zijn. Bovenstaande aquifer is een redelijk gemiddelde dat niet al te gunstig is. Op basis hiervan zal de globale dimensionering van het koude-/warmteopslagsysteem worden uitgewerkt.

Tabel 6.1 Overzicht van de geschiktheid van de bodem voor diverse glastuinbouwgebieden.

glastuinbouwgebied	provincie	bodemgeschiktheid*	opmerking
Het Grootslag	Noord-Holland	+	-
Berlikum	Friesland	+	-
Klazienaveen/Erica	Drente	o / -	-
Luttelgeest	Flevoland	+	-
Koekoekspolder	Overijssel	+	-
Bergerden	Gelderland	+	-
Californië/Siberië	Limburg	o / -	-
Moerdijksehoek	Noord-Brabant	-	ondiep geen goede aquifers; diepere aquifers (>80m) mogen niet gebruikt worden
Nieuwdorp	Zeeland	-	-
Zuidplaspolder	Zuid-Holland	o	ondiep redelijk goed, maar gasgehalte en zoet/zout kan probleem zijn; dieper matige aquifers
B-driehoek	Zuid-Holland	o	
Westland	Zuid-Holland	o	

- *) + : beter dan gemiddeld - maximaal te onttrekken debiet 150 - 250 m³/h
 o : gemiddeld - maximaal te onttrekken debiet 100 - 150 m³/h
 - : minder dan gemiddeld - maximaal te onttrekken debiet 50 - 100 m³/h

6.2 Opslagrendement

Het thermisch rendement is gedefinieerd als het quotiënt van de aan het grondwater toegevoegde hoeveelheid energie en de teruggewonnen hoeveelheid energie.

Er kan gesproken worden van *warmteopslagrendement* en van *koudeopslagrendement*. Het warmteopslagrendement is het percentage van de aan het grondwater toegevoegde warmte dat er in de winter weer aan wordt onttrokken. Het koudeopslagrendement is het percentage van de in de winter aan het grondwater toegevoegde koude dat er in de zomer weer aan wordt onttrokken. Het koudeopslagrendement is complementair aan het warmteopslagrendement. Dat wil zeggen dat een koudeopslagrendement van 90 % gelijk is aan een warmteopslagrendement van 111 % (1 gedeeld door 0,9). Een koudeopslagrendement groter dan 100 % betekent dus eigenlijk dat er netto meer koude aan de bodem wordt onttrokken dan er aan wordt toegevoegd.

Een rendement van 100 % ("energiehoeveelheden in balans") wekt de suggestie dat er geen energieverliezen optreden. Dit is echter niet zo. Er wordt alleen evenveel koude aan het grondwater onttrokken als er aan wordt toegevoegd. Energieverliezen treden altijd op. De grootte van de energieverliezen worden vooral bepaald door de grootte van de grondwaterstroming, de geometrie van de opgeslagen warme en koude bellen en de afwijking van de koude en warme bellen ten opzichte van de natuurlijke grondwatertemperatuur. In het algemeen geldt dat de onttrekkingstemperatuur niet gelijk gekozen wordt aan de infiltratietemperatuur, zie hiervoor ook tabel 3.3. Daardoor is het mogelijk een rendement van 100% te bereiken voor zowel de koudeopslag als de warmteopslag. In deze studie is dit aangehouden.

6.3 Globale dimensionering bronnen

De dimensionering van het grondwatersysteem heeft plaatsgevonden aan de hand van in tabel 6.2 weergegeven waterhoeveelheden voor variant 1, 2 en 3.

Tabel 6.2 Uitgangspunten dimensionering koude-/warmteopslagsysteem.

parameter	variant 1	variant 2	variant 3
gemiddelde verplaatste waterhoeveelheid per seizoen	ca. 700.000 m ³	ca. 600.000 m ³	ca. 400.000 m ³
maximaal debiet	600 m ³ /h	240 m ³ /h	120 m ³ /h

Op basis van deze gegevens kan een brondimensionering gemaakt worden. Voor de gehanteerde uitgangspunten is het mogelijk om het gevraagde debiet te leveren met 5 doubletten (120 m³/h per bron) voor variant 1, met 2 doubletten (120 m³/h per bron) voor variant 2 en met 1 doublet (120 m³/h per bron) voor variant 3. Een doublet wordt hierbij gedefinieerd als de combinatie van één warme en één koude bron. In tabel 6.3 staat de dimensionering van de bronnen voor de drie varianten.

Tabel 6.3 Brondimensionering

	variant 1	variant 2	variant 3
aantal warme bronnen	5	2	1
aantal koude bronnen	5	2	1
diameter	900 mm	900 mm	900 mm
diepte bronnen	80 m	80 m	80 m
effectieve filterlengte	30 m	30 m	30 m

De bronnen worden voorzien van een geperforeerde kunststofbuis (filterbuis) ter hoogte van het opslagpakket. Deze filterbuis wordt omstort met fijn filtergrind. Tussen de bovenzijde van de filterbuis en het maaiveld bevinden zich achtereenvolgens een stijgbuis en de pompkamer. De pompkamer bestaat uit een kunststof buis met voldoende grote diameter om de onderwaterpomp en de injectieleiding te kunnen plaatsen. Een aantal civieltechnische en werktuigbouwkundige aspecten en componenten zijn weergegeven in figuur 6.1a en b (zie achterin dit rapport).

Het koude-/warmteopslagsysteem van variant 1 bestaat uit 5 doubletten. Uit figuur 3.2 en tabel 3.2 volgt dat in vergelijking met variant 2 slechts circa 15% meer koude geleverd wordt door het koude-/warmteopslagsysteem. Daar staat tegenover dat, gezien het aantal doubletten dat meer dan verdubbeld is, rekening gehouden moet worden met investeringen die circa een factor twee hoger liggen dan voor variant 2. In de verdere uitwerking zullen daarom alleen de varianten 2 en 3 worden uitgewerkt.

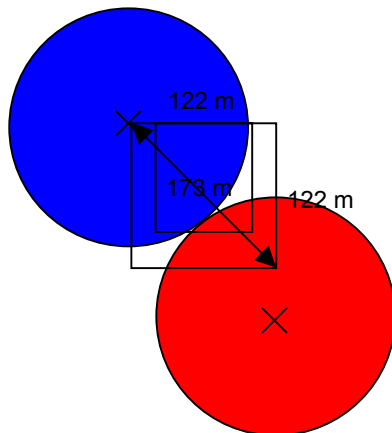
6.4 Bronlocaties

Voor toepassing van koude-/warmteopslag worden bronnen aangelegd met de dimensies volgens tabel 6.3. Indien gebruik gemaakt wordt van meerdere doubletten, worden de bronnen in zogenaamde warme en een koude clusters geplaatst. De onderlinge afstand tussen de bronnen binnen het warme en koude cluster bedraagt circa 30 m.

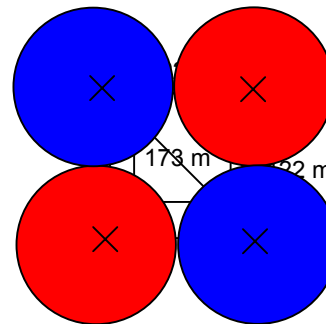
Bij een effectieve filterlengte van 30 meter en een waterverplaatsing van circa 600.000 m³ per seizoen moet de afstand tussen de warme bronnen en de koude bronnen minimaal 200 m zijn. Bij een kleinere afstand tussen zal er een ongewenste thermische kortsluiting tussen koude en warme bronnen optreden. In de regel worden grotere bronafstanden aangehouden. In dit geval echter is de bronafstand een beperkende factor en wordt aangenomen dat het mogelijk is het theoretisch minimum te hanteren. Daarbij dient te worden opgemerkt dat het koude-/warmteopslagsysteem in balans dient te zijn, wat inhoudt dat de verplaatste waterhoeveelheden in zomer en winter gelijk zijn.

De opslag is gedimensioneerd voor 1 ha glastuinbouw, waarbij wordt aangehouden dat 1 ha glastuinbouw een ruimtebeslag heeft van 1,5 ha, gebaseerd op een bebouwingsdichtheid van 60 à 70 %. Dit betekent een terrein van 122 bij 122 m voor 1 ha glastuinbouw. De diagonaal is dan 173 m lang. Dit geeft aan dat de gedimensioneerde opslag alleen gerealiseerd kan worden als de bronnen buiten het terrein geplaatst worden. Een alternatief is de opslag niet als 1 warme en 1 koude cluster van bronnen te realiseren, maar als twee warme en twee koude clusters. Hierbij worden dan bronnen geprojecteerd op ieder hoekpunt. In dit geval is een afstand van circa 140 m nodig tussen de warme en koude clusters, hetgeen eenvoudiger inpasbaar is. Het verschil wordt veroorzaakt door een betere benutting van het oppervlak.

Als meerdere hectaren glastuinbouw naast elkaar liggen, is bovenstaande oplossing niet meer mogelijk. Als een oppervlak van 1,5 ha volledig gebruikt wordt voor energieopslag, waarbij de ene helft van het watervoerend pakket warm is en de andere helft koud, kan 1.340 MWh_t worden opgeslagen. De belangrijkste variabelen daarbij zijn de dikte van de aquifer (30 m) en het temperatuurverschil tussen warm en koud gebied (8 K). Worden deze parameters hoger, dan kan meer energie worden opgeslagen.



Figuur 6.1a Plattegrond van de opslag met één warm en één koud cluster met een onderlinge afstand van circa 200 m.



Figuur 6.1b Plattegrond van de opslag met twee warme en twee koude clusters met een onderlinge afstand van circa 140 m.

6.5 Beschrijving van de hoofdcomponenten

Voor de uitwerking van het koude-/warmteopslagsysteem van variant 2 en variant 3 wordt uitgegaan van één warm en één koud cluster met per cluster 2 respectievelijk 1 bron(nen).

6.5.1 Bronpompen

De bronnen zijn in beide varianten voorzien van onderwaterpompen met een maximale capaciteit van circa 120 m³/h. Het grondwaterdebiet wordt middels de frequentieregelaar in de technische ruimte in combinatie met mediumgestuurde afsluiters continu geregeld met een minimaal debiet van circa 25 m³/h.

Het maximaal opgenomen elektrisch vermogen bij stationaire vollast per bronpomp bedraagt bij 120 m³/h circa 30 kW_e uitgaande van een weerstand van 400 kPa, een motorrendement van circa 80% (incl. frequentieregelaar) en een pomp rendement van circa 60%. De mediumgestuurde afsluiters in de putbehuizingen zijn zodanig ingeregeld dat te allen tijde een overdruk in het grondwatercircuit gehandhaafd blijft.

6.5.2 Putbehuizingen

De bronnen en de bijbehorende afsluiters, opnemers, etc., worden aan maaiveld beschermd door putbehuizingen die gedeeltelijk boven maaiveld uitsteken. De afmetingen van de putbehuizingen bedragen inwendig circa 1,7 m x 1,7 m x 1,5 m (l x b x h). De bronkoppen en het leidingwerk in de putbehuizingen worden vervaardigd van RVS.

6.5.3 Transportleiding

Grondwater transportleiding

De bronnen worden onderling verbonden door een HDPE of PVC transportleiding. De totale lengte van de grondwatertransportleiding tussen de bronnen en de technische ruimte bedraagt voor variant 2 en variant 1 circa 900 m respectievelijk 500 m. De transportleidingen tussen de bronnen en de technische ruimte bevinden zich op circa 0,8 m onder maaiveld om bevriezingsgevaar te voorkomen.

Spuileiding

Tijdens bedrijfsvoering van het grondwatersysteem dienen de bronnen periodiek (eenmaal per jaar) gedurende korte tijd teruggespoeld te worden. Bij deze actie wordt per bron het maximale debiet gedurende circa 1 uur onttrokken. Doel hiervan is om kleine deeltjes/verontreinigingen die in de loop van een jaar in de bron geïnfiltreerd zijn los te maken en te verwijderen. Het hierbij vrijgekomen water wordt via een spuileiding geloosd op het riool of oppervlaktewater.

6.5.4 Warmtewisselaars grondwatercircuit

Het grondwatercircuit en het luchtbehandelingscircuit zijn gescheiden door platenwarmtewisselaars met een logaritmisch temperatuurverschil van 1,0 K. Met name afhankelijk van het chloridegehalte worden de warmtewisselaars uitgevoerd in RVS304 voor zoet grondwater (< 400 mg/l Cl⁻), RVS316 voor brak tot zout grondwater (400 tot 10.000 mg/l Cl⁻) of titanium voor zeer zout grondwater (> 10.000 mg/l Cl⁻). Het leidingwerk direct rond de warmtewisselaars wordt vervaardigd van RVS en geïsoleerd. Het totale debiet dat door de warmtewisselaars stroomt bedraagt voor variant 2 en variant 3 maximaal 240 m³/h respectievelijk 120 m³/h.

De warmtewisselaars dienen bij voorkeur op maaiveldniveau of lager opgesteld te worden. Dit om de opvoerdruk van de bronpompen te beperken. Door scheiding met een warmtewisselaar kan het grondwatercircuit eenvoudig op overdruk ten opzichte van de atmosfeer gehouden worden.

6.5.5 Technische ruimte

Voor de dimensionering is er van uitgegaan dat de technische ruimte zich op of onder maaiveld niveau bevindt, centraal gelegen tussen het warme en koude cluster. In de centrale technische ruimte worden onder andere de volgende componenten geplaatst:

- regel/schakelkast grondwatersysteem;
- warmtewisselaars grondwatersysteem;
- expansievat;
- pompen en appendages;
- spuivoorziening.

Het typische ruimtebeslag van de technische ruimte voor het grondwatersysteem is voor variant 2 circa 30 m² en voor variant 3 circa 20 m², beide met een hoogte van 3 m. Ten behoeve van de warmtewisselaars en de regelschakelkast dienen opstortingen te worden aangebracht. Daarnaast dienen enkele geveldoorvoeren voor de transportleidingen, spuileiding en de bekabeling naar de bronnen te worden aangebracht.

6.5.6 Regeling, beveiliging en registratie

Regelinstallatie

De bronpompen en appendages in de putbehuizingen worden bekabeld vanaf een centrale technische ruimte. Het koude-/warmteopslagsysteem heeft een eigen regel/schakelkast waarin ook een autonoom functionerend onderstation voor het regelen van het grondwatersysteem is opgenomen. Dit onderstation communiceert met het GBS van het kassencomplex. Vanuit deze regelkast worden de circulatiepompen en het grondwatercircuit aangestuurd. Het elektrisch aansluitvermogen van de regelkast is voor variant 2 en variant 3 circa 60 kW_e respectievelijk circa 30 kW_e.

Beveiligingen grondwatersysteem

De beveiligingen in het grondwatercircuit kunnen verdeeld worden in twee hoofdgroepen, te weten:

- niveau: De waterniveaus in elke bron zijn afzonderlijk beveiligd door drukopnemers. Bij overschrijding (tijdens infiltratie) van het maximumniveau kan de bron beschadigd worden. Onderschrijding (tijdens onttrekking) van het minimumniveau kan ertoe leiden dat de bronpomp of de bron wordt beschadigd.
- systeemdruk: Ontgassing en zuurstoetreding zijn te voorkomen door het grondwatercircuit zowel tijdens stilstand als tijdens bedrijf op een zodanige druk te houden dat de gassen in oplossing blijven en er overdruk ten opzichte van de atmosferische druk aanwezig is. Het grondwatercircuit wordt tegen het ontstaan van onderdruk beveiligd.

Registratie

De voornaamste grootheden van het grondwatercircuit die geregistreerd dienen te worden zijn:

- verplaatste waterhoeveelheid: De netto verplaatste hoeveelheden grondwater (cumulatief) tijdens het laden en het ontladen moeten in het kader van de Vergunning Grondwaterwet afzonderlijk worden vastgesteld en afzonderlijk kunnen worden weergegeven op een display. Er wordt hiervoor gebruik gemaakt van een elektromagnetische flowmeter met display.
- onttrekkings- en infiltratietemperatuur: De onttrekkings- en infiltratietemperatuur dienen gemeten te worden met temperatuuropnemers in de aan- en afvoerleiding van het grondwater.
- energiehoeveelheid: De opgeslagen en gebruikte energiehoeveelheid wordt gemeten en geregistreerd. Deze hoeveelheden worden bepaald met behulp van twee energiemeters en worden weergegeven op displays.

7 Investerings en exploitatiekosten

7.1 Raming van de investeringskosten

In tabel 7.1 zijn de investeringskosten weergegeven van het koude-/warmteopslagsysteem voor variant 2 en variant 3. De raming betreft het volledige grondwatersysteem tot en met de warmtewisselaar die het grondwater scheidt van het luchtbehandelingscircuit. De vermelde bedragen in guldens (en Euro's) zijn gebaseerd op het prijsniveau van november 2001, exclusief BTW.

Tabel 7.1 Raming van de investeringskosten in guldens.

	maximaal debiet	variant 2		variant 3	
		240 m ³ /h		120 m ³ /h	
		NLG	EUR	NLG	EUR
1	bronnen en putbeuizingen	360.000	163.361	170.000	77.143
2	pompkamers, bronkoppen en leidingwerk in putbeuizingen (inclusief bronpompen en frequentieregelaars)	240.000	108.907	110.000	49.916
3	transportleidingwerk (inclusief graafwerk)	160.000	72.727	80.000	3.630
4	leidingwerk en appendages in technische ruimte (inclusief warmtewisselaars)	110.000	49.916	70.000	31.765
5	regeling en bekabeling	150.000	68.067	80.000	36.302
6	subtotaal 1	1.020.000	462.856	520.000	235.966
7	onvoorzien (10% over subtotaal 1)	100.000	45.378	50.000	22.689
8	subtotaal 2	1.120.000	508.234	570.000	258.655
9	aanvraag vergunning Grondwaterwet, excl. leges	20.000	9.076	20.000	9.076
10	lozingsvergunning	10.000	4.538	10.000	4.538
11	engineering en begeleiding door adviseur (12% over subtotaal 2)	130.000	58.991	70.000	31.765
12	totale investeringskosten	1.280.000	580.839	670.000	304.033

Opmerkingen bij tabel 7.1:

- De post "aanvraag vergunning Grondwaterwet" omvat de aanvraag inclusief de effectenstudie die als bijlage bij de aanvraag hoort. De leges zijn niet inbegrepen.
- In de investeringsraming zijn niet opgenomen:
 - fiscale regelingen en subsidies;
 - kosten van de benodigde bouwkundige voorzieningen in het gebouw;
 - elektrische voeding in de technische ruimte.

7.2 Energieverbruik en exploitatiekosten

Tabel 7.2 geeft een overzicht van het elektriciteitsverbruik van de bronpompen van het koude-/warmteopslagsysteem voor variant 2 en variant 3, gebaseerd op tabel 3.3.

Tabel 7.2 Overzicht van de elektriciteitsverbruik bronpompen.

		variant 2	variant 3
zomer			
equivalente vollasturen bronpompen	h	2.500	3.600
elektriciteitsverbruik	kWhe/j	74.000	49.000
winter			
equivalente vollasturen bronpompen	h	3.500	3.500
elektriciteitsverbruik	kWhe/j	51.000	51.000
 totaal elektriciteitsverbruik	kWhe/j	125.000	100.000

Opmerking bij tabel 7.2

Het elektriciteitsverbruik is gebaseerd op het maximale debiet zoals vermeld in tabel 3.3. Daarbij bedraagt het vermogen per onderwaterpomp circa 30 kW_e tijdens maximaal debiet (pieklast) voor beide varianten. Voor de berekening van het elektriciteitsverbruik is uitgegaan van een gemiddeld debiet van 50% (vermogen gelijk aan circa 13 kW_e). Het verbruik in de winter is voor beide varianten gelijk aangezien dezelfde hoeveelheid warmte wordt geleverd.

In tabel 7.3 zijn de exploitatiekosten weergegeven. De exploitatiekosten bestaan uit de energiekosten en de kosten voor beheer en onderhoud, exclusief rente en aflossing.

Tabel 7.3 Jaarlijkse exploitatiekosten in guldens en Euro's (prijspeil eind 2001; exclusief BTW).

	variant 2		variant 3	
	NLG	EUR	NLG	EUR
elektriciteitskosten	18.700	8.486	15.000	6.807
beheer en onderhoud	33.600	15.247	17.100	7.760
meetprogramma vergunning Grondwaterwet	10.000	4.538	10.000	4.538
totaal exploitatiekosten	62.300	28.270	42.100	19.105

Opmerkingen bij tabel 7.3:

Voor de raming van de exploitatiekosten zijn de navolgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor elektriciteit is een all-in tarief aangehouden van f 0,15 per kWh (EUR 0.0681/kWh);
- Voor de post "beheer en onderhoud" dienen normpercentages te worden gehanteerd voor civieltechnische, werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties. Een typisch bedrag is 3% van het investeringsbedrag vermeld onder "subtotaal 2" (post 8) in tabel 7.1. Dit bedrag omvat onder andere preventief en klein onderhoud van de installatie, benodigd binnen de "technische levensduur" en beheerswerkzaamheden;
- Het meetprogramma Grondwaterwet is afhankelijk van de voorwaarden bij de vergunning. Er wordt uitgegaan van jaarlijkse verwerking van geregistreerde meetgegevens en enkele aanvullende metingen per jaar.

7.3 Levensduur installatie

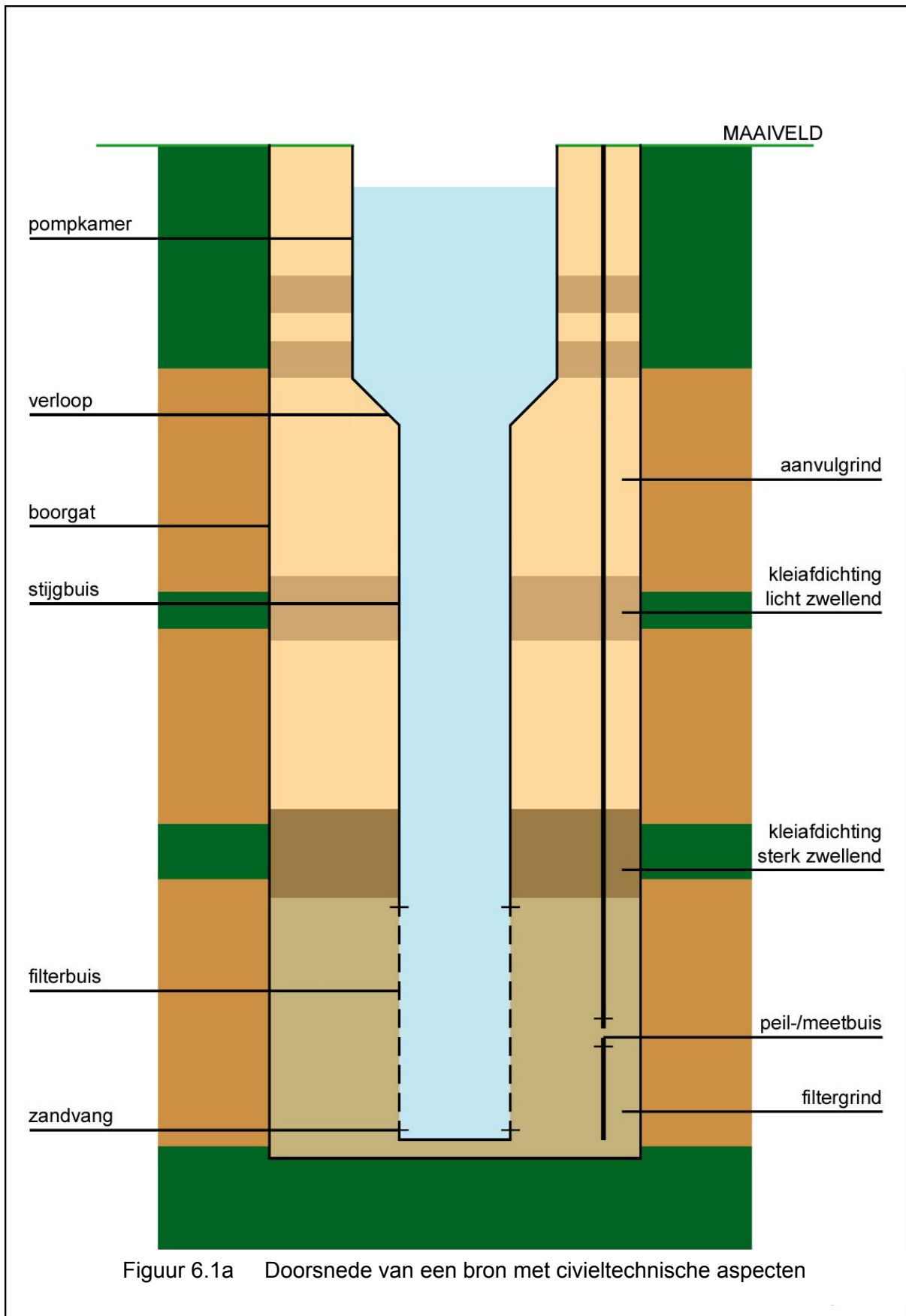
Het koude-/warmteopslagsysteem omvat componenten van verschillende aard en daardoor met een verschillende technische levensduur. Bij adequaat onderhoud kan de volgende levensduur worden aangehouden:

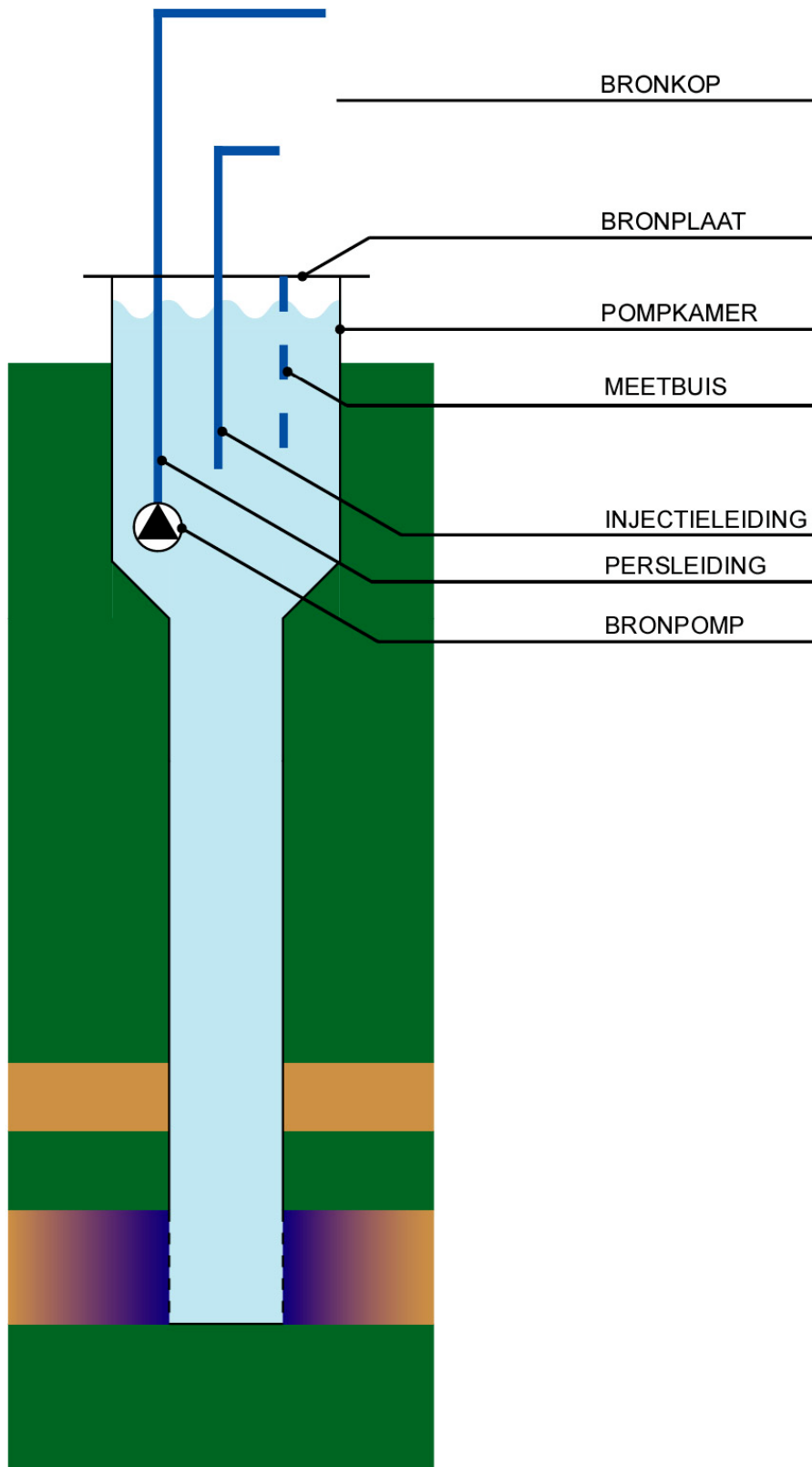
- | | |
|---|------------|
| • terreinleidingen | 30-40 jaar |
| • bronnen en putbehuizingen | 20-25 jaar |
| • overige voorzieningen (pompen, warmtewisselaar, e.d.) | 10-15 jaar |

Literatuur

- [1] Braak, van den N.J., et.al. "Toepasbaarheid van aquifers in de glastuinbouw voor warmtewinning en warmteopslag", IMAG, december 2001.

Tekeningen



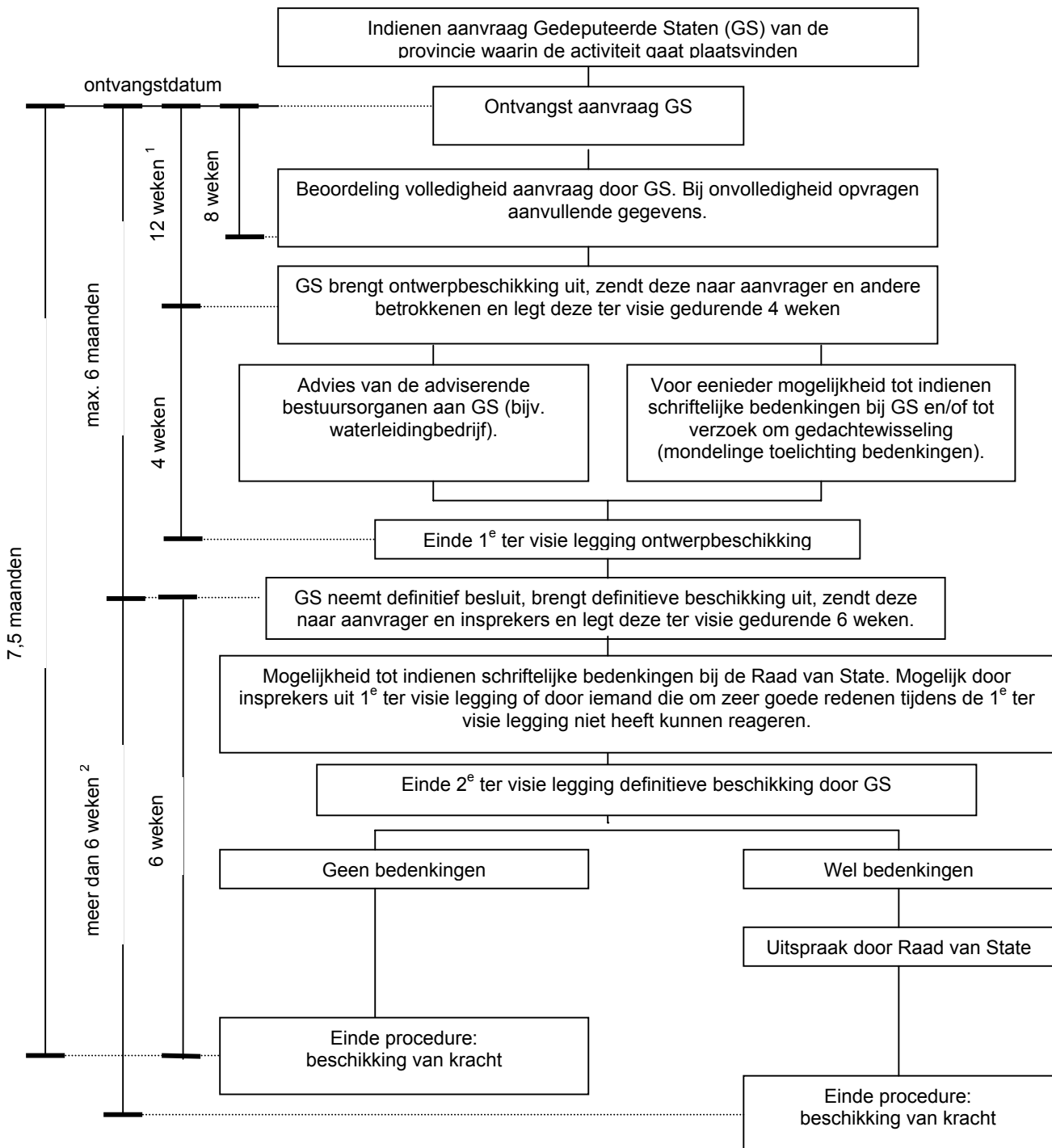


Figuur 6.1b Doorsnede van een bron met werktuigbouwkundige componenten

Bijlage 1

Vergunningprocedure Grondwaterwet

Samenvatting procedure vergunning grondwaterwet volgens Algemene wet bestuursrecht (Awb)



1 De Awb geeft aan dat na 12 weken een ontwerpbeschikking moet zijn uitgekomen. In de praktijk blijkt deze termijn overschreden te kunnen worden. De wet schrijft echter geen middelen voor om als vergunningaanvrager hiertegen in beroep te kunnen gaan, dit in tegenstelling tot het te laat uitbrengen van een definitieve beschikking. Formeel gezien betekent een te laat uitbrengen van een definitieve beschikking een fictieve weigering. De vergunningaanvrager heeft dan de mogelijkheid om hiertegen een bedenking in te dienen bij de Raad van State.

2 Indien bedenkingen bij de Raad van State worden ingediend, is het onbekend wanneer een uitspraak wordt gedaan. Dit kan zelfs 1 tot 2 jaar in beslag nemen.