



onderwerp Het concept Zonneterp toegepast in de Westlandse Zoom? geohydrologisch aspecten
projectcode

opgemaakt door Björn vd Weerdhof
datum opmaak 17-10-2005

aan Jaap Klein
kopie

1. INLEIDING

Het innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster heeft het concept de Zonneterp ontwikkeld. De Zonneterp is een duurzaam systeem waarbij het gaat om grootschalige en decentrale toepassing van zonne-energie, nuttig gebruik van reststromen en versterking van de sociale samenhang in woongemeenschappen. Kringlopen van voedsel, water en stedelijk afval worden op een vernieuwende manier op elkaar betrokken. Koude-warmteopslag zou één van de duurzame toepassingen binnen het systeem kunnen zijn. Het innovatienetwerk wil onderzoeken in hoeverre voor de klimaatbeheersing van diverse Zonneterp locaties in Poeldijk en omgeving gebruik kan worden gemaakt van koude-warmteopslag in de bodem.

Witteveen+Bos is aanwezig geweest bij een bijeenkomst waar de toepasbaarheid van het concept Zonneterp in de Westlandse Zoom is besproken. Er bij de zes woningbouwlocaties van de Westlandse Zoom mogelijkheden te bestaan. In deze notitie wordt globaal bepaald in hoeverre de ondergrond en de geohydrologie geschikt zijn voor koude-warmteopslag.

Locaties

De locaties waar de mogelijkheden voor het concept Zonneterp worden bekeken zijn:

- Poeldijk centrum
- Poeldijk Westhof
- Monster Noord
- Westmade
- Holle Watering
- Kwintsheul

Zie afbeelding 1 voor de locaties.

Leeswijzer

Deze notitie gaat achtereenvolgens in op de lokale geohydrologie, het beleid ten aanzien van Koude-warmteopslag (KOW), een geschiktheidstoets voor de locaties en de conclusies.

2. GEOHYDROLOGIE

2.1. Schematisatie van de ondergrond

Op basis van het rapport 'Waterhuishoudkundig plan Kwintsheul' [1] en de Grondwaterkaart van Nederland (TNO-NITG) [2] is de opbouw van de ondergrond op de locatie geschematiseerd. Voor elke

locatie geldt grofweg dezelfde bodemopbouw. De schematisatie is weergegeven in tabel 1. In deze tabel zijn ook de weerstand tegen verticale stroming opgenomen van de waterremmende lagen (c) en het doorlaatvermogen van de watervoerende pakketten (kD).

Tabel 1. Geohydrologische opbouw van de ondergrond

diepte (m nap)	stratigrafie	lithologie	geohydrologie	geohydrologie
1 tot -19	Westlandformatie	Leemlagen afgewisseld met lagen grof zand met klei en veen	deklaag	c = 2.500 – 10.000 dagen [1] matig doorlatend
-19 tot -50	Formaties van Sterksel en Kreftenheye	zand	eerste watervoerende pakket	kD = 600 m ² /dag [1]
-50 tot -60	Formatie van Kedichem	slibhoudende zand en klei	scheidende laag	c = 1.000-2.500 dagen [2]
-60 tot -120	Formatie van Harderwijk en Tegelen	zand	tweede watervoerende pakket	kD = 750-1.250 m ² /dag [2]
-120 tot -140	Formatie van Maassluis	klei	scheidende laag	c = 1.500 dagen [2]
-140 tot -250	Formatie van Maassluis	schelprijk, slibhoudend zand en klei	scheidende laag	kD = 350-550 m ² /dag [2]
-250 en dieper	Formatie van Oosterhout	klei	ondoorlatende basis	c = ∞

2.2. Grondwaterstanden

De freatische grondwaterstand in de deklaag zal grofweg overeenkomen met het streefpeil van het oppervlaktewater. De streefpeilen op de verschillende locaties variëren van NAP -0,40 m tot NAP -1,5 m.

De grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket wordt sterk beïnvloed door de grondwateronttrekking in Delft. Hierdoor verschillen de stijghoogten van het eerste watervoerende pakket voor de verschillende locaties. In tabel 2 staan de stijghoogtes grofweg weergegeven.

locatie	maximaal	minimaal
Poeldijk centrum	NAP -0,50 m	NAP -1,0 m
Poeldijk Westhof	NAP -0,50 m	NAP -1,0 m
Monster Noord	NAP +1,0 m	NAP 0,0 m
Westmade	NAP +1,0 m	NAP 0,0 m
Holle Watering	NAP -1,50 m	NAP -2,50 m
Kwintsheul	NAP -2,0 m	NAP -3,0 m

Afhankelijk van het oppervlaktewaterpeil zal vanaf Monster in de richting van Kwintsheul eerst sprake zijn van een kwelsituatie overgaand in een infiltratiesituatie.

2.3. Grondwaterstromingssnelheid

Op basis van isohypsenkaarten van de provincie Zuid-Holland [3] is het verhang van de stijghoogte in het eerste en tweede watervoerende pakket bepaald. Voor het eerste watervoerende pakket bedraagt het verhang circa 0,5 tot 1,0 m/km. Met een doorlatendheid van circa 20 m/dag en een porositeit van circa 0,4 bedraagt de stromingssnelheid van het grondwater in het eerste watervoerende pakket circa 25 tot 50 mm/dag, oftewel circa 10 tot 20 m/jaar.

Voor het tweede watervoerende pakket bedraagt het verhang van de stijghoogte circa 0,25 m/km. Met een doorlatendheid van circa 12 m/dag en een porositeit van circa 0,4 bedraagt de stromingssnelheid van het grondwater in het tweede watervoerende pakket circa 8 mm/dag, oftewel circa 3 m/jaar.

2.4. Grondwaterkwaliteit

zoet en zout

Voor elke locatie, behalve Westmade, bevinden het zoet-brakgrensvlak en het brak-zoutgrensvlak (chloridegehalte tussen de 150 en 1.000 mg Cl⁻/l) zich in de deklaag. Nabij de locaties Monster Noord en Poeldijk Westhof ligt de grens van het gebied waarbinnen de deklaag geheel zoet is en het grensvlak in het eerste watervoerende pakket ligt.

Het grondwater in het eerste en tweede watervoerende pakket is volledig zout (chloridegehalte hoger dan 1.000 mg Cl⁻/l). [4].

bodem- en grondwaterverontreinigingen

Nagegaan dient te worden of bodem en grondwaterverontreiniging in de locaties aanwezig zijn. Gegevens hierover kunnen opgevraagd worden bij de gemeente.

2.5. Overige grondwateronttrekkingen

Al bestaande grondwateronttrekkingen kunnen worden aangevraagd bij de Provincie Zuid-Holland.

3. BELEID

De provincie beheert het grondwater op grond van de Grondwaterwet [4]. De beleidsvoornemens voor dit beheer staan in dit 'Grondwaterbeheersplan Zuid-Holland'. De provincie wil zorgen voor voldoende grondwater met een kwaliteit die geschikt is voor alle functies die ervan afhankelijk zijn. De grondwaterhuishouding moet duurzaam en evenwichtig zijn, zodat het beschikbare grondwater juist wordt verdeeld en de kwaliteit gewaarborgd blijft.

Doel van het provinciale beleid is te zorgen voor voldoende grondwater met een kwaliteit die past bij de verschillende functies. Uitgangspunt is het standstill-beginsel: het grondwater mag wel gebruikt maar niet verbruikt worden. Het gebruik van grondwater van goede kwaliteit is alleen toegestaan als de voorraden weer worden aangevuld.

Vanwege positieve effecten voor het milieu staat de provincie niet afwijzend tegenover het toepassen van energiesystemen waarbij het grondwater als medium wordt gebruikt. De mogelijkheden voor energiesystemen met grondwater zijn echter afhankelijk van de effecten op bodem, grondwater en de omgeving. Verzilting, maaiveldzettingen en invloed op bodemverontreiniging of andere onttrekkingen binnen het invloedsgebied dient te worden voorkomen.

De systemen vragen veel ruimte ondergronds en beperken het gebruik van grondwater voor andere doeleinden. Vooral in de centra van grote steden komt energieopslag onder de grond steeds vaker voor. Dat kan tot problemen leiden als in de invloedsfeer grondwater onttrokken moet worden voor bouwactiviteiten.

De provincie stimuleert onderzoek naar de invloed van koude-warmteopslag op de grondwaterkwaliteit en op de ondergrondse (infrastructuur) werken. De basis voor dit onderzoek is gelegd in samenwerking met NOVEM en andere provincies.

Voor het onttrekken en retourneren van grondwater voor koude-warmteopslag in de bodem dient een vergunning in het kader van de Grondwaterwet te worden aangevraagd. Hierbij dient een geohydrologische onderbouwende rapportage te worden overlegd. Tevens geldt een MER-

beoordelingsplicht voor koude-warmteomslagsystemen met een verpompte hoeveelheid grondwater van meer dan 1,5 miljoen m³ per jaar.

De provincie hanteert de volgende criteria aangaande energiesystemen in de bodem:

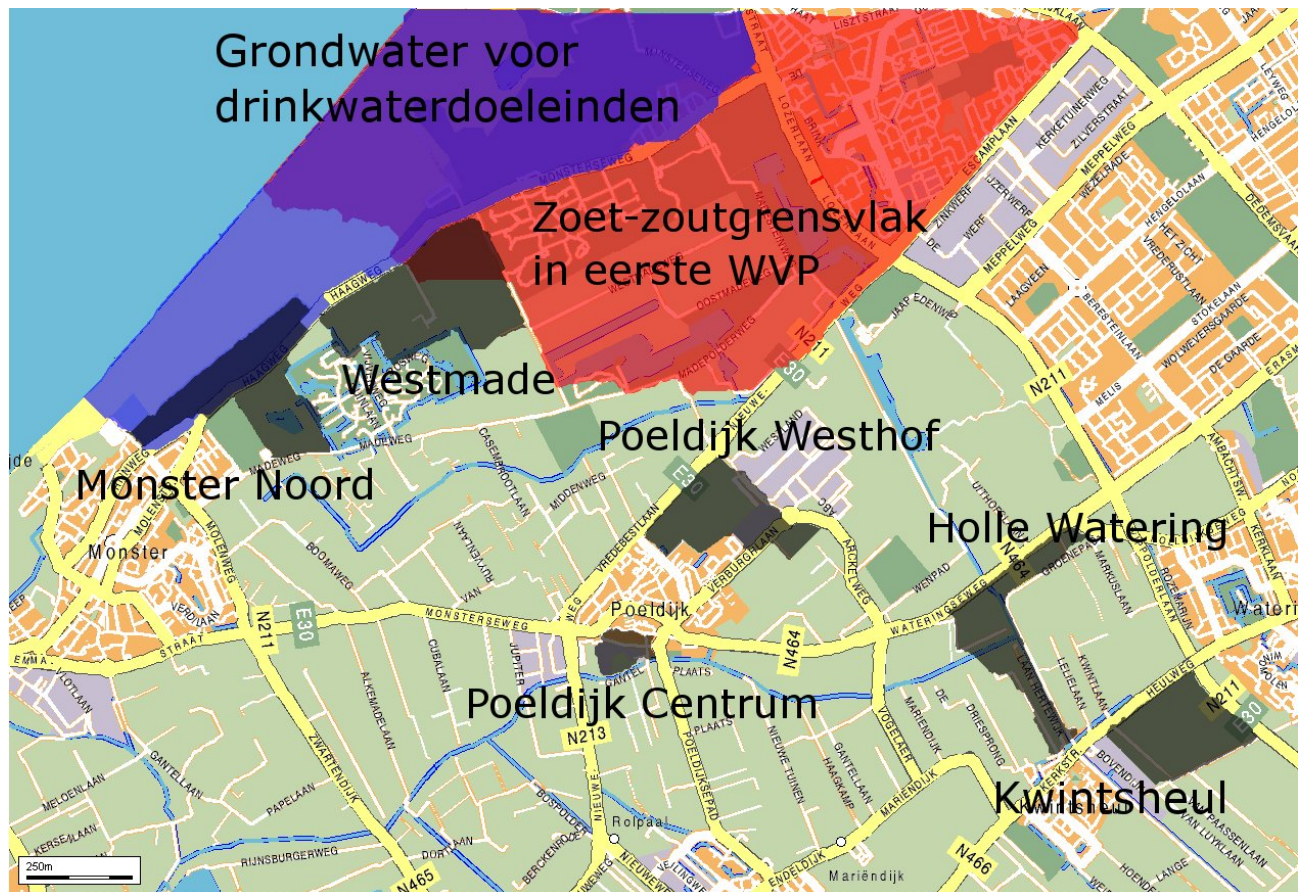
- Onttrekken van grondwater voor koeling gevolgd door lozen op het oppervlaktewater of in de bodem is niet toegestaan.
- Thermische energiesystemen moeten gesloten zijn zodat er via het systeem geen verontreinigingen in de bodem kunnen komen.
- Energieopslag mag niet leiden tot verzilting van het grondwater. Het mag alleen worden toegepast in watervoerende pakketten die volledig zoet of zout zijn. Dit geldt ook voor de zogenaamde monobronnen.
- In centra van grote steden waar ondergronds bouwen (infrastructuur) tot de mogelijkheden behoort en interactie is te verwachten tussen ondergrondse infrastructuur en opslagsystemen in het eerste watervoerende pakket moet de energieopslag in een dieper watervoerend pakket worden geplaatst.
- Warmteopslag (met temperaturen boven gemiddeld 25°C) mag geen onaanvaardbare (micro)biologische of chemische gevolgen hebben.
- Bij koudeopslag mag er netto geen warmte in de bodem worden geloosd.

Daarnaast mogen geen onttrekkingen plaatsvinden in een milieubeschermingsgebied voor grondwater.

4. TOETSING GESCHIKTHEID LOCATIE VOOR KOUDE-WARMTEOPSLAG

De verschillende locaties zijn getoetst op de geschiktheid voor koude-warmteopslag. In afbeelding 1 zijn de locaties, het gebied waar het zoet-zoutgrensvlak zich in het eerste watervoerend pakket bevindt en gebied waar het grondwater voor drinkwaterdoeleinden wordt gebruikt, weergegeven.

Afbeelding 1 Mogelijke locaties Zonneterp projecten en beperkingen



4.1. Toetsing ondergrond

In deze paragraaf is getoetst in hoeverre de eigenschappen van het eerste en tweede watervoerende pakket toereikend zijn voor koude-warmteopslag. De toetsingscriteria zijn voornamelijk overgenomen uit rapportages van Kema [5] en IMAG [6] [7].

4.1.1. Ligging zoet-zoutgrensvlak

Volgens de criteria van de provincie Zuid-Holland dient het opslagpakket volledig zoet of zout te zijn. Voor de locatie Westmade ligt het zoet-zoutgrensvlak in het eerste watervoerende pakket. Voor het toepassen van koude-warmteopslag zal het tweede watervoerend pakket gebruikt moeten worden. De locaties Monster Noord en Poeldijk Westhof liggen dicht bij het gebied waar het zoet-zoutgrensvlak in het eerste watervoerende pakket ligt. Wellicht moet voor deze locatie ook worden uitgeweken naar het tweede watervoerende pakket. De overige locaties worden geschikt bevonden om koude-warmteopslag toe te passen in het eerste watervoerende pakket.

4.1.2. Milieubeschermingsgebied

De locatie Monster Noord ligt gedeeltelijk in een gebied waarbij het grondwater drinkwater als doeleinde heeft. De locatie Westmade ligt bovendien dichtbij dit gebied. Het invloedsgebied van een koude-warmteopslag zal waarschijnlijk in het beschermingsgebied komen te liggen. Koude-warmteopslag is niet toepasbaar voor deze locaties.

De overige locaties liggen niet in een milieubeschermingsgebied [4]. Het is daarom toegestaan om voor de ze locaties grondwater te onttrekken voor koude-warmteopslag.

4.1.3. Doorlatendheid van het opslagpakket

Het doorlaatvermogen (kD) van het eerste watervoerende pakket bedraagt circa 600 m²/dag. Verrekend met de dikte van het pakket van circa 30 m bedraagt de doorlatendheid (k) van het pakket

20 m/dag. Deze doorlatendheid is voldoende groot om te voldoen aan de randvoorwaarden van een groot aantal KWO-systemen.

Het doorlaatvermogen (kD) van het tweede watervoerende pakket bedraagt 750 - 1.250 m²/dag. Verrekend met de dikte van het pakket van circa 65 m bedraagt de doorlatendheid (k) van het pakket 11,5 à 19,2 m/dag. Deze doorlatendheid is ook voldoende groot .

4.1.4. Dikte van het opslagpakket

Het eerste watervoerende pakket is circa 30 m dik en bestaat voornamelijk uit zand. Het is hierdoor geschikt voor het realiseren van voldoende effectieve filterlengte voor het onttrekken en retourneren van grondwater.

Het tweede watervoerende pakket is circa 65 m dik en bestaat voornamelijk uit zand. Het is hierdoor zeer geschikt voor het realiseren van voldoende effectieve filterlengte voor het onttrekken en retourneren van grondwater.

4.1.5. Grondwaterstromingsnelheid

Hoe groter de stromingsnelheid van het grondwater in het eerste watervoerende pakket is, hoe moeilijker de koude- en warme bel kunnen worden opgebouwd bij de filters. Bij te grote stromingsnelheid zullen deze zich immers verplaatsen met het grondwater, waardoor ze niet meer beschikbaar zijn voor het opslagsysteem. Een grondwaterstromingsnelheid hoger dan 10 à 30 m per jaar is ongewenst.

De grondwaterstromingsnelheid in het eerste watervoerende pakket bedraagt circa 10 à 20 m per jaar. Hiermee is het pakket in principe geschikt voor het opbouwen van een warme en koude bel, maar bij kleinere systemen kunnen relatief grote rendementsverliezen optreden.

De grondwaterstromingsnelheid in het tweede watervoerende pakket bedraagt circa 3 m per jaar. Hiermee is het pakket geschikt voor het opbouwen van een warme en koude bel.

4.2. Milieueffecten

Het onttrekken en retourneren van grondwater voor de opslag van koude en warmte in de bodem zal leiden tot verlaging van grondwaterstanden en stijghoogten in de omgeving van het opslagsysteem. Deze verlagingen kunnen mogelijk leiden tot maaiveldzettingen en verspreiding van grondwaterverontreinigingen. Daarnaast kan het retourneren van grondwater met een andere temperatuur ook effect hebben op het grondwater in de omgeving. In deze paragraaf worden mogelijke effecten van een KWO op de omgeving vermeld.

4.2.1. Hydraulische effecten

Het onttrekken en infiltreren van grondwater zal tot op een bepaalde afstand veranderingen teweeg brengen in het stijghoogtepatroon en zal daarmee de stromingssituatie in het watervoerend pakket beïnvloeden. Met een grondwatermodel is deze invloed te berekenen. Het gebied waarbij een verlaging van de stijghoogte tot 5 cm optreedt, is het hydraulisch invloedsgebied.

4.2.2. Thermische effecten

Door geleiding, dispersie en afstroming wordt een deel van de geïnjecteerde koude en warmte tot buiten het thermisch invloedsgebied van het koude- warmteopslagsysteem getransporteerd. Met een model kunnen de temperatuursveranderingen van het grondwater in de loop der jaren berekend worden.

Vanwege de dikte en hoge doorlatendheid en matige grondwaterstroming van het eerste watervoerend pakket wordt een geringe invloed van thermische effecten verwacht.

Gezien de geringe temperatuursverschillen bij een KWO (5 tot 25°C) worden geen noemenswaardige effecten verwacht op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater. Aan maaiveld zijn thermische effecten te verwaarlozen ten opzichte van de dagelijkse in- en uitgaande zonnestraling.

4.2.3. Maaiveldzettingen

De maaiveldzettingen die zullen optreden zijn een direct gevolg van de optredende stijghoogteveranderingen in de deklaag en het eerste watervoerende pakket. Daarnaast is het zettingsverhang van belang. Zettingen en zettingsverhang ten gevolge van de grondwaterstandsverlagingen dienen bepaald te worden. Volgens NEN6744 (funderingen op staal) mag de absolute zetting niet meer dan 0,15 m bedragen en het zettingsverhang niet groter dan 1:300.

Gezien de dikte en verticale ondoorlatendheid van de deklaag worden slechts geringe grondwaterstandsveranderingen verwacht in de deklaag. De verwachte maaiveldzettingen zijn daarom klein wanneer koude-warmteopslag wordt toegepast in het eerste watervoerende pakket. Wordt koude-warmteopslag in het tweede watervoerende pakket toegepast, zullen de effecten nog kleiner zijn.

4.2.4. Kwaliteit van het grondwater

Aangezien het grondwater in hetzelfde pakket zal worden geretourneerd als waaruit het wordt onttrokken, zal de kwaliteit van het grondwater in het eerste watervoerende pakket niet negatief worden beïnvloed. Ten noordwesten van Poeldijk bevindt het zout-zoetgrensvlak zich in het eerste watervoerende pakket. Onttrekkingen nabij dit grensvlak kunnen wel van invloed zijn op de verplaatsing van dit grensvlak.

Eventueel in de deklaag aanwezige bodem- en grondwaterverontreinigingen zullen nauwelijks worden verspreid als gevolg van de onttrekking en retournering. De invloed op de freatische grondwaterstand zal namelijk naar verwachting gering zijn.

4.2.5. Invloed op overige onttrekkingen

In het kader van de Grondwaterwet worden de belangen van andere grondwateronttrekkingen behartigd. Dit betekent dat bij het installeren van nieuwe koude-warmteopslagsystemen rekening dient te worden gehouden met al eerder geïnstalleerde systemen in het eerste of tweede watervoerende pakket.

Naar verwachting wordt de freatische grondwaterstand nauwelijks beïnvloed door de onttrekking en retournering. Freatische bemalingen in de omgeving zullen daarom geen negatieve invloed ondervinden.

4.2.6. Energiebesparing en emissiereductie

De toepassing van koude- warmteopslag in de bodem ter verkoeling en verwarming van het winkelcentrum geeft een energiebesparing op aardgas en emissiereductie van de uitstoot van CO₂, NO_x en SO₂ ten opzichte van conventionele koel- en verwarmingsinstallaties.

5. CONCLUSIE EN VERVOLG

In tabel 6.1 staan per locatie criteria en bevindingen of koude-warmteopslag geschikt is. De afkorting wvp staat voor watervoerende pakket.

Tabel 6.1 Geschiktheid locatie voor toepassing koude-warmteopslag

	pakket	bodem geschiktheid	zoet-zoutgrensvlak	milieubeschermsgebied	eindoordeel
Poeldijk centrum	eerste wvp	+	+	+	+
	tweede wvp	+	+	+	+
Poeldijk Westhof	eerste wvp	+	0	+	0
	tweede wvp	+	+	+	+
Monster Noord	eerste wvp	+	0	-	-
	tweede wvp	+	+	-	-
Westmade	eerste wvp	+	-	-	-
	tweede wvp	+	+	-	-
Holle Watering	eerste wvp	+	+	+	+

	pakket	bodem geschiktheid	zoet- zoutgrensvlak	milieubeschermi ngsgebied	eindoo rdeel
	tweede wvp	+	+	+	+
Kwintsheul	eerste wvp	+	+	+	+
	tweede wvp	+	+	+	+

- + scoort goed op criteria
- 0 scoort matig op criteria
- scoort slecht op criteria

Poeldijk centrum, Holle Watering en Kwintsheul worden als meest kansrijke locaties voor toepassing van koude-warmteopslag gezien. Koude-warmteopslag toepassen in het eerste watervoerende pakket heeft in het algemeen de voorkeur omdat diepe boringen in het tweede watervoerende pakket hogere investeringskosten vergen. Voor de gemeente Westland staat daar tegenover dat de stroomsnelheid van het grondwater in het eerste watervoerend pakket relatief hoog is, dit leidt tot een lager rendement. Het hogere rendement in het tweede watervoerend pakket zal niet opwegen tegen de hogere kosten van de diepe boringen.

Ter controle van de bodemopbouw en zoet-zoutgrensvlak dient ter voorkeur een boring met analyses van grondwatermonsters te worden uitgevoerd. Bij voldoende geschiktheid van de bodem kan het boorgat worden gebruikt voor het plaatsen van één van de filters. Koude-warmteopslag toepassen in het eerste watervoerende pakket behoeft de voorkeur. Boringen en filters plaatsen in het tweede watervoerende pakket is vergen hogere investeringskosten.

Voor de koude-warmteopslag dient een vergunning te worden aangevraagd bij de provincie Zuid-Holland. Ter onderbouwing van de effecten dient hiervoor een grondwatermodellering te worden uitgevoerd. Tevens dient een effectonderbouwende rapportage te worden opgesteld.

REFERENTIES

1. Waterhuishoudkundig plan Kwintsheul. Witteveen+Bos, 2005.
2. Grondwaterkaart van Nederland, dienst Grondwaterverkenning, kaartblad 37west/37oost, 1984.
3. Isohypsenkaarten provincie Zuid-Holland, 1993. Eerste watervoerende pakket, kenmerk DWM/DRG 97.1320/1 en tweede watervoerende pakket, kenmerk DWM/DRG 97.1320/2.
4. Grondwaterbeheersplan 2001-2005, Provincie Zuid-Holland, Den Haag, 2001.
5. Aarsen, van M.M. "Kansen voor lage temperatuurwarmte in combinatie met warmtepompen en ondergrondse energieopslag bij (bijna) gesloten kassen", deelrapport ondergrondse energieopslag, Kema 2002.
6. Braak, van den N.J., et. al. "Toepasbaarheid van aquifers in de glastuinbouw voor warmtewinning en -opslag", IMAG 2001.
7. Zwart, de H.F. en Elswijk, R.C., "Onderlinge beïnvloeding van ondergrondse energieopslagsystemen voor tuinbouwkassen", IMAG 2002.