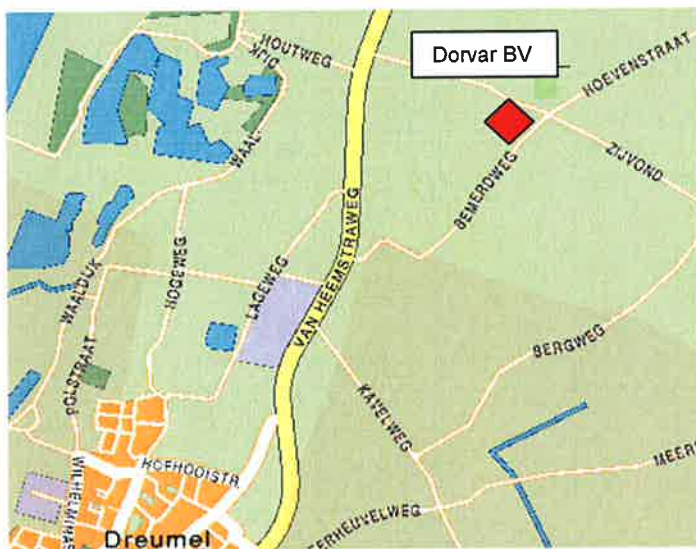


Notitie

Project: Dorvar te Dreumel
Onderwerp: effectennotitie energieopslag
Datum: 23 januari 2008
Referentie: 17.099/56315/NiS

1. Inleiding

Het voornemen bestaat om de klimatisering van de uitbreiding en nieuwbouw van varkensstallen van Dorvar BV te verzorgen middels een duurzaam energieopslagsysteem in de bodem zie figuur 1.1.



Figuur 1.1 Ligging Dorvar BV te Dreumel

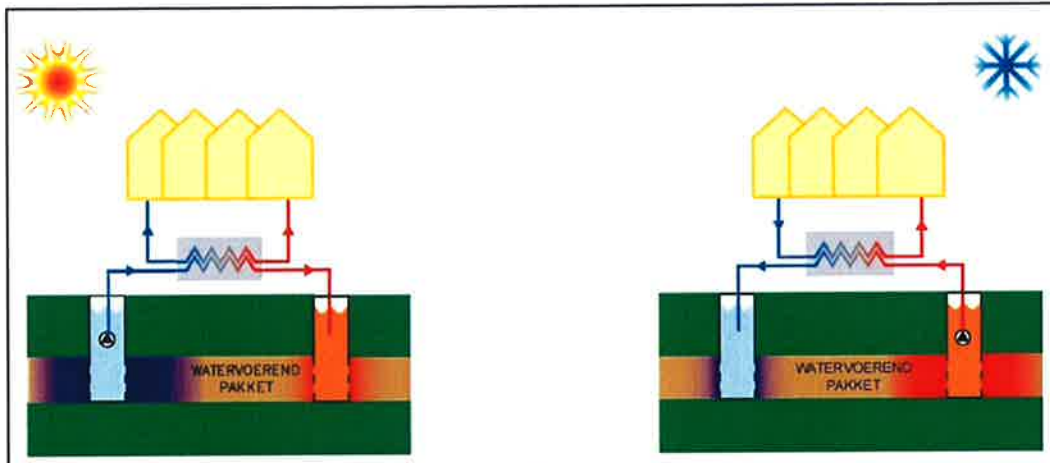
In het kader van de milieuvergunning heeft DLV Bouw, Milieu en Techniek BV (DLV) in opdracht van Dorvar BV een MER opgesteld. Beoordeling van de MER door het bevoegd gezag leert dat de effecten van het beoogde energieopslagsysteem op milieubelangen gekwantificeerd dienen te worden ten behoeve van de milieuvergunning.

IF Technology (IF) is gevraagd een studie uit te voeren naar de effecten van het beoogde energieopslagsysteem op milieubelangen ten behoeve van de milieuvergunning.

INGEKOMEN 06 MRT 2008

2. Systeembeschrijving

Het principe van energieopslag in de bodem is dat in de zomer wordt gekoeld met winterkoude en in de winter wordt verwarmd met zomerwarmte. De koude en warmte wordt middels een grondwatersysteem in een ondergrondse watervoerende laag opgeslagen en onttrokken. Het principe is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Principeschema van het energieopslagsysteem

In de winter zal het stallencomplex worden verwarmd met warmtepompen. De bronwarmte wordt onttrokken aan het grondwater. Het grondwater wordt hierbij opgepompt uit de warme bronnen en na warmteoverdracht weer geïnfiltreerd in de koude bronnen.

In de zomer wordt gekoeld met het grondwater. Het grondwater wordt hierbij onttrokken aan de koude bronnen en na warmteoverdracht weer geïnfiltreerd in de warme bronnen.

Het grondwatersysteem zal bestaan uit 3 warme en 3 koude bronnen (3 doubletten). Voor de berekeningen is uitgegaan van de uitgangspunten uit tabel 2.1 en de voorgestelde bronlocaties uit bijlage 1.

Tabel 2.1 Ontwerpuitgangspunten voor de energieopslag

parameter	eenheid	winter	zomer
maximaal verplaatste hoeveelheid grondwater per jaar	[m ³ /jaar]	340.000	340.000
gemiddeld verplaatste hoeveelheid grondwater per jaar	[m ³ /jaar]	225.000	225.000
maximaal debiet	[m ³ /h]	220	220
gemiddelde infiltratietemperatuur	[°C]	7	15
minimale en maximale infiltratietemperatuur	[°C]	5	25
gemiddeld verplaatste hoeveelheid energie per jaar	[MWh/jaar]	530	530

De filters van de bronnen zullen worden geplaatst in het tweede watervoerende pakket.

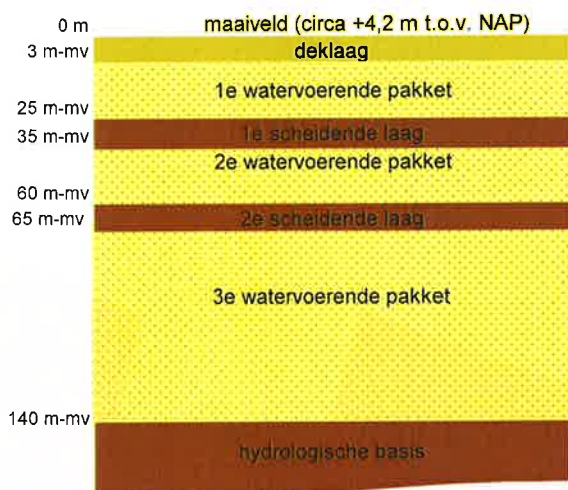
Het grondwatercircuit wordt luchtdicht en onder een overdruk ten opzichte van de atmosfeer gehouden, zodat geen lucht in het grondwatercircuit kan toetreden.

3. Geohydrologie

3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw in de directe omgeving van de locatie is beschreven op basis van de Grondwaterkaart van Nederland, het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS) en boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket.

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd in een aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen.



De geohydrologische parameters zijn opgenomen in tabel 4.1.

3.2 Grondwaterkwaliteit, -temperatuur en -stroming

Volgens de Grondwaterkaart is het grondwater in het eerste en tweede watervoerende pakket zoet. Het zoet-/brakgrensvlak (chloridegehalte van 150 mg/l) bevindt zich op circa 100 tot 140 m-mv in het derde watervoerende pakket.

De temperatuur van het grondwater in het tweede watervoerende pakket bedraagt circa 11 °C.

De regionale horizontale grondwaterstroming in het tweede watervoerende pakket bedraagt 10 m/jaar. Uit het isohypsenbeeld volgt dat het grondwater in zuidwestelijke richting stroomt.

3.3 Grondwatergebruikers

Binnen het berekende hydrologische invloedsgebied (zie paragraaf 4.2) bevinden zich geen grondwatergebruikers.

3.3 Grondwatergebruikers

Binnen het berekende hydrologische invloedsgebied (zie paragraaf 4.2) bevinden zich geen grondwatergebruikers.

3.4 Andere belanghebbenden

De locatie is niet gelegen in of nabij een Beschermd natuurmonument of Habitatrichtlijngebied. Op een afstand van 940 m ligt het Vogelrichtlijngebied Waal. De locatie is niet gelegen binnen een gebied dat deel uitmaakt van de (Provinciaal) Ecologische Hoofdstructuur. Voor een overzicht van de beschermde en bedreigde flora- en fauna soorten die voorkomen in het kilometerhok waarin de locatie gelegen zie milieueffect-rapportage varkenshouderij Dorvar BV [Lit. 1].

3.5 Bodem- en grondwaterverontreinigingen

Binnen het berekende hydrologische invloedsgebied (zie paragraaf 4.2) zijn geen grondwaterverontreinigingen bekend.

4. Milieueffecten

4.1 Energiebesparing en emissiereductie

Voor het bepalen van de energiebesparing en de emissiereductie wordt de warmte- en koudelevering met de energieopslag vergeleken met een conventionele installatie voor koeling en verwarming. Voor het bepalen van de energiebesparing en de emissiereductie is enkel het energiedeel beschouwd dat door het energieopslagsysteem aan de luchtbehandelingskasten wordt geleverd.

Conventionele energievoorziening

De conventionele installatie bestaat uit warmtelevering met een gasgestookte CV-ketel met een gemiddeld rendement van 85% op onderwaarde. De koude wordt geleverd met een elektrische compressiekoelmachine met een gemiddelde Coëfficiënt Of Performance (COP) van 3,5. Voor het rendement van de elektriciteitsopwekking wordt 41% op onderwaarde aangehouden.

Duurzame energievoorziening

Voor uitsluitend het grondwatersysteem (bronnepompen) van de energieopslag wordt een COP van 40 aangehouden.

Indien jaarlijks 530 MWh_t koude en 530 MWh_t warmte wordt geleverd, bedraagt de maximale besparing in primair aardgasverbruik circa 105.000 m³ aardgasequivalenten per jaar. De reductie in de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) bedraagt op jaarbasis 197 ton (93%). De besparing op stikstofoxiden (NO_x) bedraagt circa 160 kg (98%). De besparing op zwaveldioxide (SO₂) bedraagt circa 54 kg (83%).

4.2 Hydrologische effecten

Modelbeschrijving

Om de hydrologische effecten van de energieopslag te berekenen, is gebruik gemaakt van het hydrologische softwarepakket MLPU (Multi Layer Program Unsteady state). Met MLPU kunnen zowel stationaire als niet-stationaire berekeningen worden uitgevoerd. Het programma berekent analytisch de stroming in afgesloten, gedeeltelijk afgesloten en freatische watervoerende pakketten. In het model wordt de bodemopbouw geschematiseerd tot (isotrope) watervoerende pakketten en scheidende lagen. In MLPU is in een watervoerend pakket alleen horizontale stroming mogelijk en in een scheidende laag alleen verticale stroming. Met MLPU kunnen alleen stijghoogten in de watervoerende pakketten berekend worden. Een stijghoogteberekening in een scheidende laag is niet mogelijk. MLPU is een gevalideerd modelprogramma. Informatie over MLPU is te vinden op het internetadres:
http://ourworld.compuserve.com/homepages/philip_nienhuis/.

Modelopzet

De modelopbouw in MLPU is weergegeven in tabel 4.1. De modelopbouw is gebaseerd op een aantal boorbeschrijvingen in de omgeving van de projectlocatie, beschikbaar gesteld door TNO Bouw en Ondergrond.

Uit tabel 4.1 blijkt dat bij de schematisatie gebruik wordt gemaakt van zogenaamde "fictieve" scheidende lagen. In werkelijkheid zijn deze lagen fysiek niet aanwezig.

Op basis van de korrelgrootteverdeling is het doorlaatvermogen per deellaag bepaald.

Tabel 4.1 Schematisatie bodemopbouw in MLPU.

diepte [m-mv]	toelichting	doorlaatvermogen watervoerende bodemiaag [m ² /d]	weerstand scheidende bodemiaag [d]	bergings- coëfficiënt [-]
* 0,8	drainageweerstand	-	300	-
0,8 - 1	fictief freatisch watervoerend pakket	10	-	0,15
1 - 3	deklaag	-	400	-
3 - 25	1 ^e watervoerend pakket	500	-	0,0011
25 - 35	1 ^e scheidende laag	-	900	-
35 - 60	2 ^e watervoerend pakket (opslagpakket)	500	-	0,0005
60 - 65	2 ^e scheidende laag	-	500	-
65 - 140	3 ^e watervoerend pakket	1.550	-	0,0009

* Uit stijghoogtemetingen in de nabijgelegen peilbuizen B39DO326 en B39DO424 blijkt dat de grondwaterstand ongeveer op 0,8 m-mv ligt.

De tijdsduur van de periode die is doorgerekend is bepaald door de maximale waterhoeveelheid (340.000 m^3 per seizoen) te delen door het maximale debiet. Dit betreft het aantal vollast dagen ($340.000 \text{ m}^3 / (220 \text{ m}^3/\text{h} * 24\text{h}) = 64$ dagen). Bij deze benadering wordt ervan uitgegaan dat gedurende ieder seizoen in een aaneengesloten periode de maximale hoeveelheid grondwater één kant op verplaatst wordt. In praktijk is dit niet het geval, vaak wordt afwisselend gekoeld en verwarmd. De gehanteerde benadering is derhalve een worst-case benadering.

Resultaten

De MLPU-berekeningen zijn uitgevoerd om inzicht te krijgen in de veranderingen van de grondwaterstand en de stijghoogten in de verschillende watervoerende pakketten ten gevolge van de energieopslag. Tevens is bepaald tot welke afstand in de omgeving van de energieopslag grondwaterstand- c.q. stijghoogteveranderingen merkbaar zijn. Dit is het zogenaamde invloedsgebied, dat wordt gedefinieerd als het gebied waar de berekende veranderingen groter zijn dan 0,05 m.

De maximale verandering van de grondwaterstand is kleiner dan 5 cm. Derhalve zijn deze veranderingen niet in figuren weergegeven. Uit de berekeningen volgt dat de maximale grondwaterstandverandering aan maaiveld kleiner is dan 0,01 m. In figuur 4.1 zijn de stijghoogteveranderingen in het tweede watervoerende pakket (opslagpakket) in de zomersituatie gepresenteerd. Het berekende hydrologische invloedsgebied in het tweede watervoerende pakket (opslagpakket) is vanaf de bronnen maximaal 1.150 m. Dit is de maximale afstand vanaf de bronnen tot het gebied waar de berekende stijghoogte veranderingen kleiner dan 0,05 m.

Uit de berekeningen volgt dat de maximale grondwaterstand- en stijghoogteverandering in de watervoerende pakketten niet zullen leiden tot gewasschade (oogstderiving) of natuurschade. Binnen het berekende hydrologische invloedsgebied zijn geen andere grondwatergebruikers aanwezig. Van hydrologische invloed op deze gebruikers is derhalve geen sprake.

4.3 Thermische effecten

Modelbeschrijving

Het berekenen van de thermische effecten van de energieopslag is uitgevoerd met het programma HstWin-2D. Met het programma HstWin-2D kan warmte- en stoftransport worden berekend in een verzadigd 2-dimensionaal grondwatersysteem.

Modelopzet

De randvoorwaarden in het HstWin-2D-model zijn gebaseerd op de geohydrologische beschrijving in hoofdstuk 3. HstWin-2D simuleert de grondwaterstroming en het warmtetransport in één laag. De dikte van deze laag is gelijk gesteld aan de beoogde lengte van de bronfilters (25 m). Deze vereenvoudiging van de werkelijkheid is gerechtvaardigd, omdat uit 3-dimensionale berekeningen met HstWin-3D is gebleken dat het warmte- en koudetransport voornamelijk ter hoogte van het filtertraject plaatsvindt. In deze berekening is het watervoerende pakket als een afgesloten watervoerend pakket beschouwd (geen verticale voeding). Wel vindt warmte-uitwisseling met boven- en onderliggende lagen plaats door middel van geleiding. In tabel 4.2 zijn de belangrijkste geohydrologische en geothermische invoerparameters opgenomen die bij de berekeningen zijn gebruikt. De warmtegeleidingscoëfficiënten en de warmtecapaciteiten zijn ontleend aan de VDI 4640, Blatt 1/part 1 [Lit. 2].

Tabel 4.2 Modelschematisatie HstWin-2D

laag naam	dikte bodem-laag [m]	horizontale doorlatendheid bodemlaag [m/d]	verhang [%]	warmtegeleidings coëfficiënt (W/(mK))	volumetrische Warmtecapaciteit [MJ/(m³K)]
geleidende top-laag	-	-	-	1,7	2,5
opslagpakket	25	20	0,3	2,4	2,5
geleidende onder-laag	-	-	-	1,7	2,5

De thermische verliezen worden veroorzaakt door geleiding, dispersie en afstroming.

Op basis van de uitgangspunten in tabel 2.1, 4.1 en 4.2 is het grondwatersysteem thermisch doorerekend met het programma HstWin-2D.

Resultaten

De koude bel is gedefinieerd als het gebied waarbinnen de grondwatertemperatuur in het opslagpakket minimaal 0,5 °C lager is dan de natuurlijke grondwatertemperatuur. De warme bel is gedefinieerd als het gebied waarbinnen de grondwatertemperatuur in het opslagpakket minimaal 0,5 °C hoger is dan de natuurlijke grondwatertemperatuur. De natuurlijke grondwatertemperatuur van het opslagpakket bedraagt 11 °C. De berekende temperaturen na 20 jaar energieopslag zijn weergegeven in figuur 5.1. Het contourinterval is 0,5 °C. Na 20 jaar is een temperatuurverandering van 0,5 °C in het opslagpakket mogelijk tot maximaal 110 m vanaf de bronnen. Dit is de maximale afstand vanaf de bronnen tot het gebied waar de berekende temperatuurverandering 0,5 °C ten opzichte van de natuurlijke temperatuur.

Binnen het berekende thermische invloedsgebied van het beoogde energieopslagsysteem bevinden zich geen andere grondwatergebruikers. Van thermische beïnvloeding is derhalve geen sprake.

Invloed aan maaiveld

Uitgaande van een bodemlaag boven de warme en koude bellen met een minimale dikte van 35 m en een gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt van 2,2 W/mK voor de bodem tussen 0 en 35 m-mv, kan een netto warmtestroom worden berekend van 0,19 W/m² bij de koude bronnen en 0,31 W/m² bij de warme bronnen. Deze warmtestroom is bij de koude bronnen neerwaarts gericht en bij de warme bronnen opwaarts. In vergelijking met de dagelijkse in en uitgaande straling aan maaiveld door de zon (100 à 1.000 W/m²) is deze warmtestroom verwaarloosbaar. Meetbare temperatuurveranderingen als gevolg van de energieopslag treden niet op. Thermische effecten op flora en fauna, natuur of gewassen aan maaiveld zijn klein.

In het HSTWin-2D-model is aan de bovenrand een vaste temperatuur opgegeven. De temperatuur aan het maaiveld verandert dus niet volgens de berekeningen. Bovenstaande geeft aan dat deze benadering juist is.

4.3 Effecten op de grondwaterkwaliteit

Invloed van het opwarmen en koelen van de bodem

Een verandering van de temperatuur van het grondwater kan het chemisch evenwicht van reacties veranderen. In het kader van onderzoek naar warmteopslag in de bodem is veel onderzoek gedaan naar het gedrag van water en sediment bij verwarming. Uit deze onderzoeken is gebleken dat de invloed van de temperatuurverandering die optreedt bij energieopslag (in het algemeen minder dan 10 °C) op de watersamenstelling veelal verwaarloosbaar klein is [Lit. 3, 4].

Een toename van de temperatuur kan een versnelde groei van micro-organismen veroorzaken, een daling van de temperatuur een vertraagde groei. Echter van groot belang voor de groei van micro-organismen is het voedselaanbod. Dit voedselaanbod bestaat uit het gedeelte van het organisch koolstof dat door micro-organismen afbreekbaar is (AOC-gehalte: Assimileerbaar Organisch Koolstof). De watervoerende pakketten die in Nederland gebruikt worden voor energieopslag zijn over het algemeen oligotroof (voedselarm) [Lit. 4]. Dit verklaart mede de lage microbiologische activiteit die geconstateerd is bij in Nederland uitgevoerde energieopslagprojecten. Ook komen in de Nederlandse ondergrond over het algemeen geen pathogenen voor, aangezien het zand in de Nederlandse ondergrond een filterende werking heeft voor deze organismen [Lit. 5].

In een rapport over de effecten van temperatuurveranderingen op de grondwaterkwaliteit [Lit. 4] zijn vier onderzoeken naar pathogene micro-organismen en vier onderzoeken naar de invloed op de natuurlijke grondwaterflora samengevat. Het temperatuurbereik waarvoor onderzoek is verricht ligt tussen 6 °C en meer dan 100 °C. Bij geen van de beschreven onderzoeken is een toename van pathogene micro-organismen gevonden, waarbij onder andere onderzoek is gedaan naar legionella, colibacteriën, thermotolerante bacteriën en faecale streptokokken. Wel blijkt dat de verstoring van de bodem tijdens het boren van de bronnen tijdelijk een sterk stimulerende werking kan hebben op de groei van micro-organismen doordat bij het boren voedsel beschikbaar komt. Na enige tijd zakt het aantal micro-organismen weer naar het oorspronkelijke niveau.

Uit de onderzoeken naar de gevolgen van temperatuurveranderingen op de chemische en microbiologische processen in het grondwater, blijkt dat het effect van temperatuurveranderingen op de grondwaterkwaliteit bij de meeste praktijkexperimenten kleiner is dan de variatie in de kwaliteit van het toestromende grondwater. Ook bij dit project zal de kwaliteit van het grondwater niet negatief worden beïnvloed door de temperatuurveranderingen.

Invloed op het zoet-/brakgrensvlak

Gezien de afstand en de aanwezigheid van een scheidende laag tussen de bronfilters en het zoet-/brakgrensvlak zal deze niet worden beïnvloed door de energieopslag. Verzilting van zoet grondwater treedt derhalve niet op.

Invloed op bodem- en grondwaterverontreinigingen

Binnen het berekende invloedsgebied van het beoogde energieopslagsysteem zijn geen verontreinigingen bekend.

5. Conclusie

Door het toepassen van energieopslag kan jaarlijks circa 105.000 m³ aardgasequivalenten worden bespaard. Deze energiebesparing leidt tot een jaarlijkse emissiereductie van 197 ton CO₂ en 160 kg NO_x.

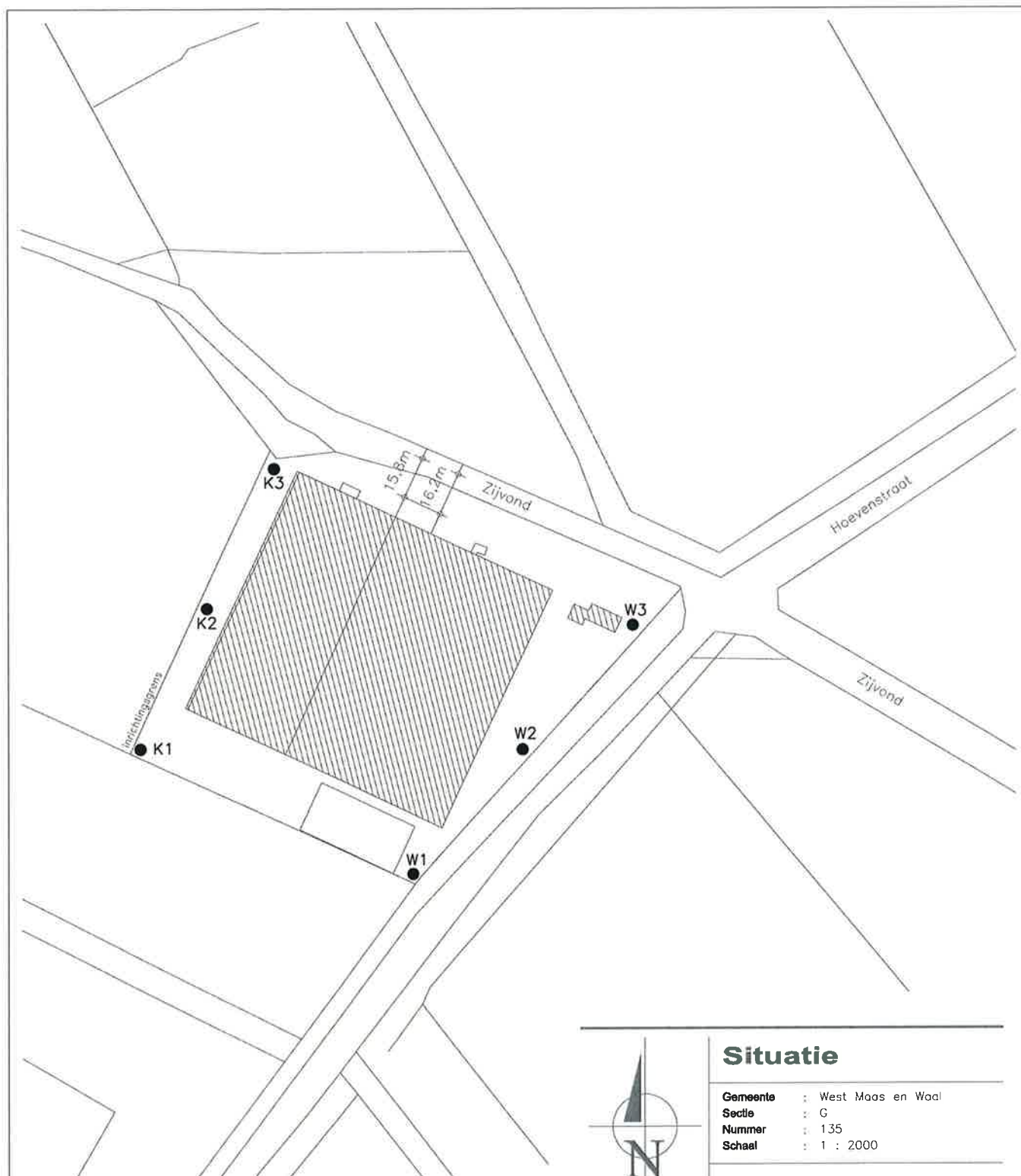
De energieopslag heeft geen negatieve invloed op milieubelangen.

Literatuur

- [1] Adviesbureau, DLV Bouw, Milieu en Techniek BV. Milieu-effecten-rapportage varkenshouderij Dorvar BV. Uden.
- [2] VDI, 2000 - VDI-Richtlinien. Thermische Nutzung des Untergrundes. Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. Düsseldorf.
- [3] IF Technology en Krachtwerktuigen, 1992 - Koudeopslag in de bodem. Vergunningverlening in het kader van de Grondwaterwet. Arnhem, Amersfoort.
- [4] IF Technology, 2004 - Temperatureffecten op grondwaterkwaliteit. Samenvatting bestaande kennis. Rapport in opdracht van NOVEM. Arnhem.
- [5] Adviesbureau, Heidemij, 1983 - Literatuurstudie micro-biologische aspecten van de toepassing van warmteopslag in aquifers. Arnhem.

Bijlage 1

Projectlocatie met voorgestelde bronlocaties



Situatie

Gemeente : West Maas en Waal
 Sectie : G
 Nummer : 135
 Schaal : 1 : 2000

Basistekening:
 DLV Bouw, Milieu en Techniek BV; Dorvar BV; Situatie
 Werknummer: 1576361; Bladnummer: SI-V10; datum: 27-02-2007

Project: Energieopslag Dorvar te Dreumel

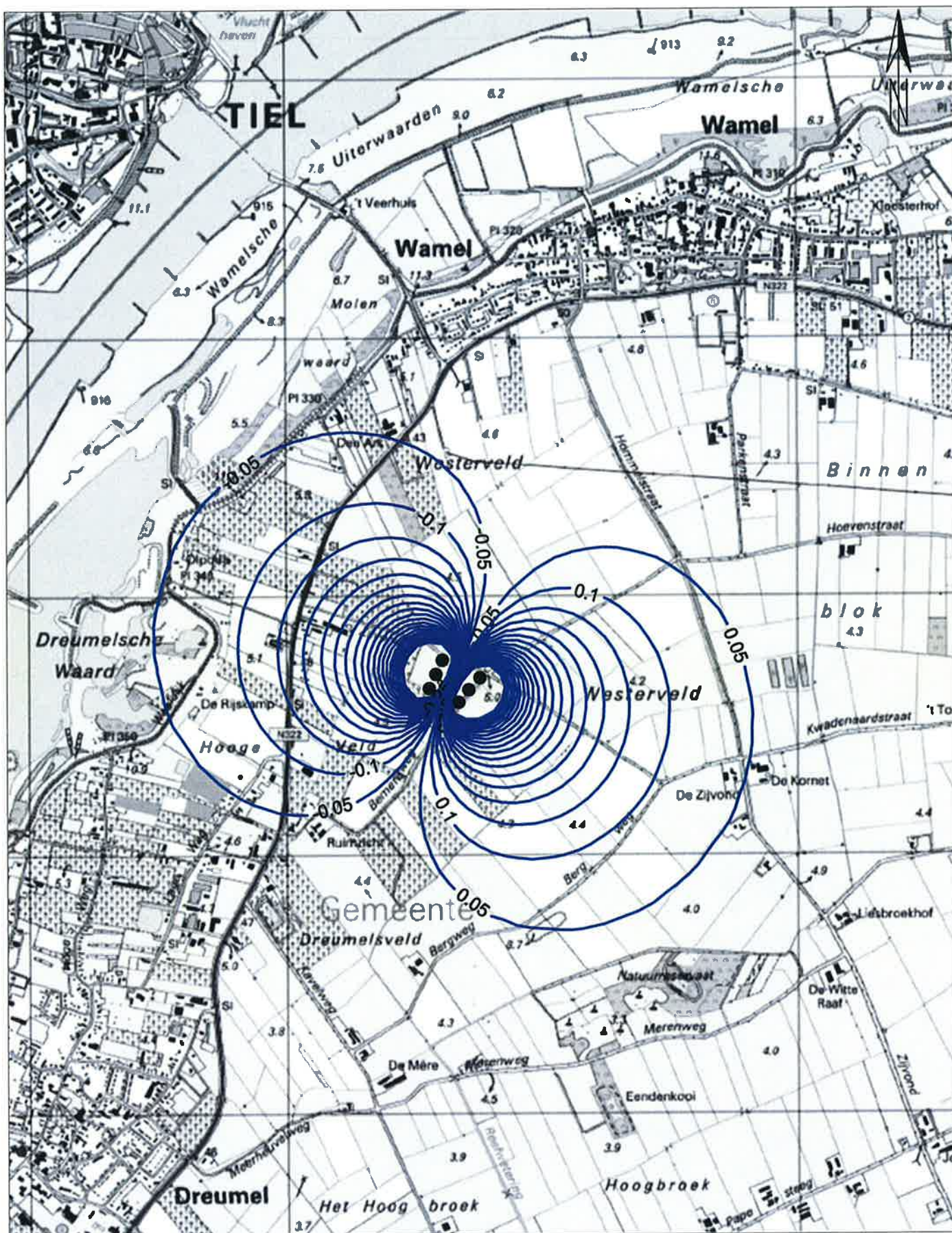
Datum:
 A: 10-08-2008
 B:

Onderwerp: Locaties van de voorgestelde bronnen

Bijlage: 1 Status: concept Stadium: effectennotitie

Referentie: 56315/NIS Getek.: JU Schaal: 1:2000 Maat: Form.: A4





0 250 500 750 1000

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2007]

Project: Energieopslag Dorvar te Dreumel

Datum:
A: 22-01-2008
B: -

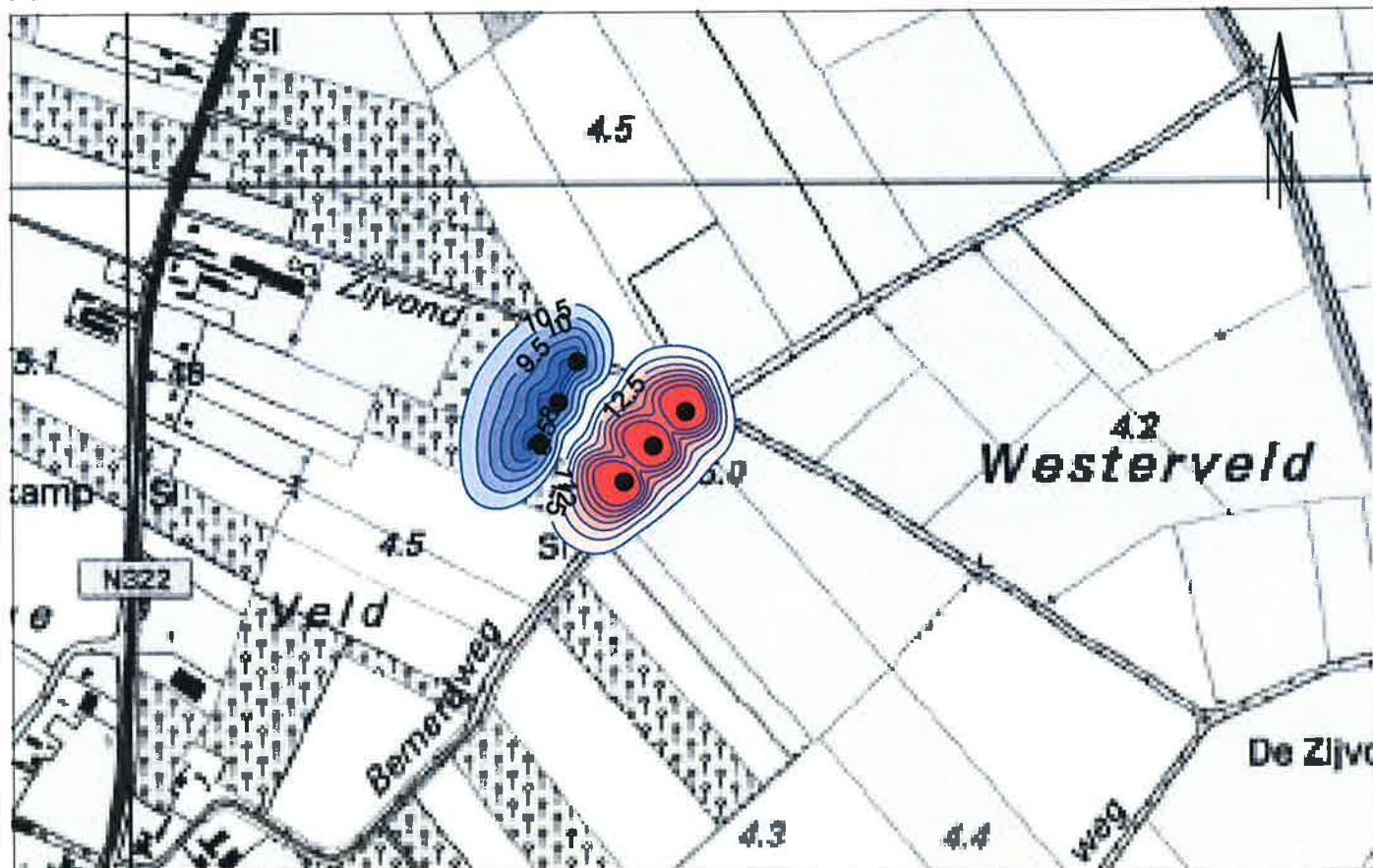
Onderwerp: Berekenende stijghoogteveranderingen in het
opslagpakket [m], diepte van 35 tot 60 m-mv.

Figuur: 4.1 Status: definitief Stadium: effectennotitie

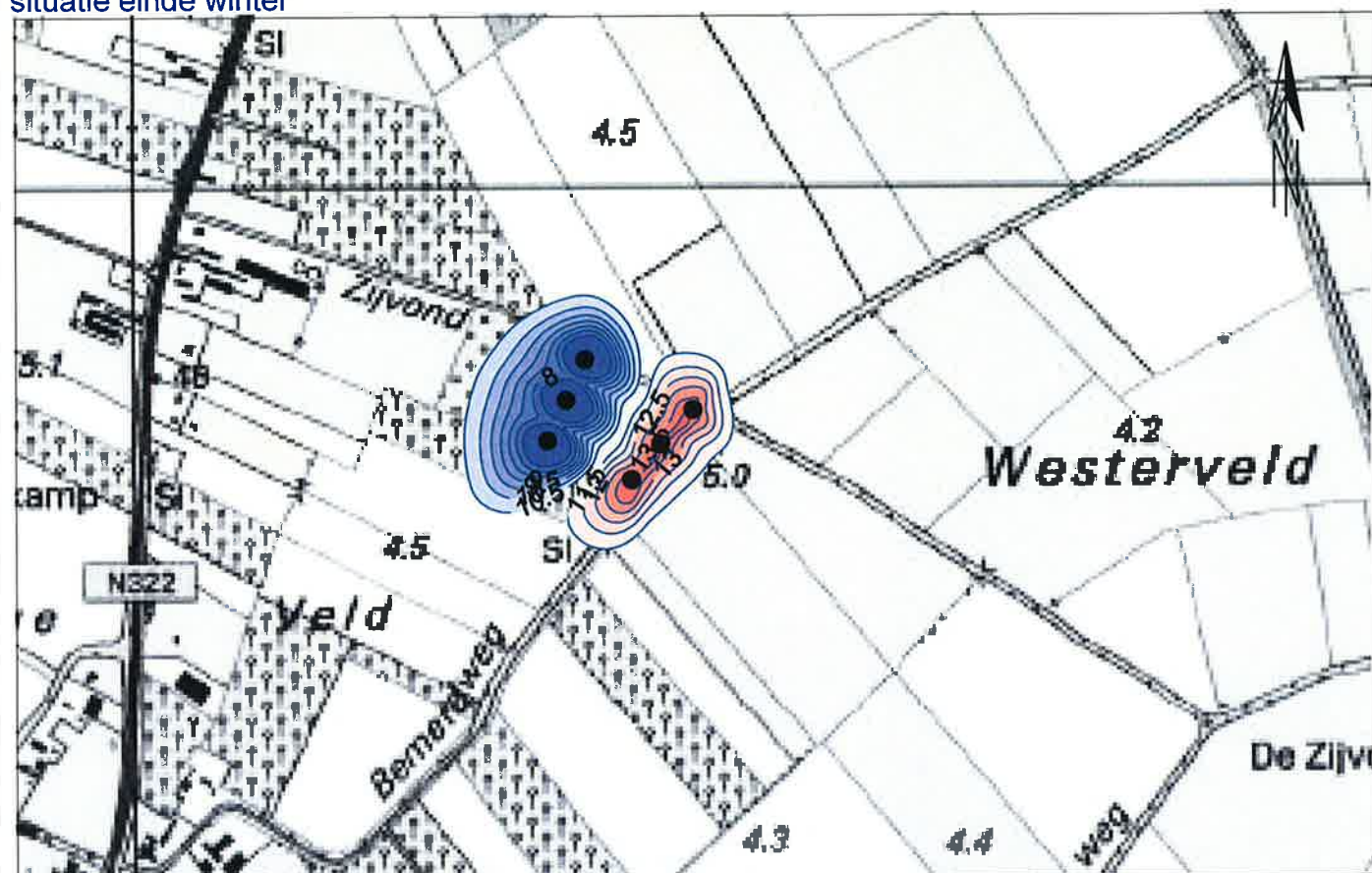
Referentie: 56315/NIS Getek.: JU Schaal: - Maat: m Form: A4



situatie einde zomer



situatie einde winter



0 100 200 300 400 500

© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2007]

Project: Energieopslag Dorvar te Dreumel

Datum:
A: 22-01-2008
B: -

Onderwerp: Berekenende temperatuurcontouren in het opslagpakket na 20 jaar energieopslag[°C] (35 tot 60 m-mv)

Figuur: 5.1 Status: definitief Stadium: effectennotitie

Referentie: 56315/NiS Getek: JU Schaal: Maat m Form: A4



technology