



Engineering the earth

Christelijke Hogeschool Ede
Effectenstudie grondwatersysteem



Engineering the earth

Christelijke Hogeschool Ede
Effectenstudie grondwatersysteem

Christelijke Hogeschool Ede

Effectenstudie grondwatersysteem

Deze studie is geen ontwerpdocument voor het grondwatersysteem. Het document is uitsluitend opgesteld als onderbouwing voor de aanvraag van de onttrekkingsvergunning in het kader van de Waterwet.

Vergunning-aanvrager **Cofely Energy Solutions B.V.**

Kosterijland 20

Postbus 104

1501 EC ZAANDAM

T 075-6537000 | F 075-6141500 | [REDACTED]

Contactpersoon: de heer [REDACTED]

Adviseur **IF Technology bv**

energieopslag

Velperweg 37

Postbus 605

6800 AP ARNHEM

T 026-35 35 538 | F 026-35 35 599 | [REDACTED]

Contactpersoon: [REDACTED]

Colofon

Auteur: [REDACTED]

Versie: definitief

Gecontroleerd door: [REDACTED]

Vrijgegeven door: [REDACTED]

Samenvatting

Inleiding

Het voornemen bestaat om energieopslag in de bodem toe te passen voor de duurzame koeling en verwarming van de Christelijke Hogeschool te Ede. De Hogeschool is gelegen aan de Oude Kerkweg 100 te Ede.

Energieopslagsysteem

De twee bronnen van het energieopslagsysteem zijn beoogd in het tweede watervoerend pakket. Het systeem onttrekt en infiltreert maximaal 144.000 m³/jaar met een maximaal debiet van 48 m³/uur.

Energiebesparing en emissiereductie

Door het toepassen van energieopslag kan jaarlijks circa 47 % energie worden bespaard. Deze energiebesparing leidt tot een jaarlijkse emissiereductie van 100 ton CO₂ en 184 kg NO_x. De beoogde SPF van het energieopslagsysteem bedraagt 3,5.

Hydrologische effecten

Het berekende hydrologische invloedsgebied reikt tot maximaal 180 m van de bronnen. De maximale stijghoogteverandering bedraagt 1,75 m. Grondwaterstandverandering treedt niet op. Negatieve hydrologische invloed op andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden is niet aan de orde.

Hydrothermische effecten

Beïnvloeding van de grondwatertemperatuur kan na 20 jaar energieopslag optreden tot maximaal 300 m van de bronnen. De veroorzaakte temperatuurveranderingen hebben geen nadelige gevolgen voor andere grondwatergebruikers en overige belanghebbenden.

Grondmechanische effecten

De berekende eindzetting bedraagt 3 mm. Deze geringe zetting en het daarmee gepaard gaande zettingsverhang veroorzaken geen schade aan gebouwen, funderingen, de nabijgelegen spoorbaan of wegen.

Effecten op de grondwaterkwaliteit

Het zoet-/brakgrensvlak en het brak-/zoutgrensvlak worden niet beïnvloed zodat geen sprake is van verzilting van het grondwater. Bij dit project vinden geen significante effecten plaats op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater. In het tweede watervoerend pakket zijn verhoogde concentraties sulfaat aangetroffen als gevolg van het afstromen vanaf het ENKA terrein. Mogelijk zal het bodemenergiesysteem de verhoogde sulfaatconcentraties licht beïnvloeden.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	6
2 Systeembeschrijving	7
2.1 Uitgangspunten	7
2.2 Opzet bronsysteem	9
2.3 Energiebesparing, emissiereductie en SPF	9
3 Geohydrologie en effectberekeningen	11
3.1 Bodemopbouw	11
3.2 Geohydrologische kenmerken	11
3.3 Hydrologische effecten	12
3.4 Hydrothermische effecten	14
3.5 Grondmechanische effecten	15
4 Invloed op omgevingsbelangen	16
4.1 Grondwaterkwaliteit	16
4.2 Verzilting	16
4.3 Verontreinigingen	16
4.4 Grondwatergebruikers	18
4.5 Grondwaterbescherming	18
4.6 Bebouwing en infrastructuur	19
4.7 Natuur en openbaar groen	19
4.8 Cultuurhistorie en archeologische waarden	19

Figuren

2.1 Principeschema van het energieopslagsysteem

2.2 Overzichtskaart

- locaties bronnen
- locatie grondwatergebruikers
- locatie verontreinigingen

3.1 Berekende stijghoogteveranderingen in het opslagpakket

3.2 Berekende temperaturen in het opslagpakket

Bijlagen

1 Berekening van de eindzetting

1

Inleiding

Het voornemen bestaat om energieopslag in de bodem toe te passen voor de duurzame klimatisering van de Christelijke Hogeschool Ede. De hogeschool is gelegen aan de Oude Kerkweg 100 in Ede.

Het onttrekken en infiltreren van grondwater ten behoeve van het beoogde energieopslagsysteem is in het kader van de Waterwet vergunningplichtig. De provincie is bevoegd gezag. De aanvraag dient voorzien te zijn van een studie naar de effecten van het energieopslagsysteem op de omgeving.

De voorliggende effectenstudie geeft een overzicht van de effecten van de energieopslag op de bodem, het grondwater en omgevingsbelangen.

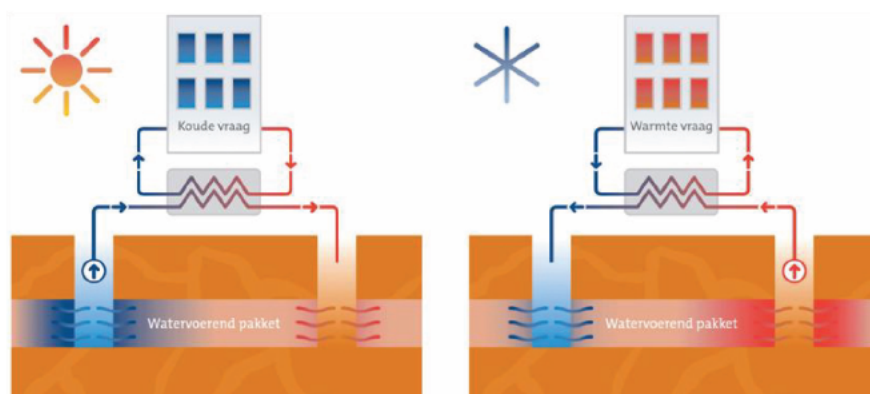
2

Systeembeschrijving

2.1 Uitgangspunten

Om lange termijn energieopslag in de bodem mogelijk te maken, wordt een grondwater-systeem aangelegd. Het grondwatersysteem bestaat uit één koude en één warme bron waar grondwater aan kan worden onttrokken en in geïnfiltrateerd (zie figuur 2.1).

Figuur 2.1
Principeschema
energieopslag



De grondwaterzijdige uitgangspunten voor de vergunningaanvraag zijn opgenomen in tabel 2.1.

Tabel 2.1
Uitgangspunten
energieopslag

parameter	eenheid	winter	zomer
maximale verplaatste waterhoeveelheid ^{a b}	[m ³ /seizoen]	96.000	48.000
gemiddelde verplaatste waterhoeveelheid ^b	[m ³ /seizoen]	72.000	36.000
maximaal debiet	[m ³ /uur]	48	48
maximale hoeveelheid ontwikkelwater ^b	[m ³]	3.800	
maximale spuihoeveelheid ^b	[m ³ /jaar]	1.000	
gemiddelde infiltratietemperatuur	[°C]	8	15
minimale/maximale infiltratietemperatuur	[°C]	5	25
gemiddelde verplaatste energiehoeveelheid ^b	[MWh/seizoen]	576	410

^a Tijdens opstartjaar of extreme seizoenen.

^b Zie toelichting in onderstaande tekst

Energetische koude-overschot

Het gebouw betreft een school. In de zomermaanden is de school gesloten zodat de berekende koudevraag van de school substantieel kleiner is dan de warmtevraag. Er is daardoor sprake van een koude-overschot.

Er zijn in de ontwerpen van de gebouwinstallaties en opwekking aanpassingen gedaan om dit koude-overschot te beperken. Zo blijft een deel van de verwarmingsinstallatie aangesloten op het bestaande hoogtemperatuursysteem. De benodigde capaciteit van de warmtepomp wordt dan kleiner en er zal minder koude worden geladen. Ook wordt een deel van de warmtevraag door piekketels opgevangen met hetzelfde resultaat (bivalent systeem). Daarnaast wordt de koudevraag van de school deels door de warmtepomp opgewekt. De condensorwarmte wordt dan middels een separate TSA op de warme bron afgevoerd. De elektrische energie die benodigd is voor dit piekbedrijf wordt derhalve extra in de warme bron geladen.

Uiteindelijk resulteert dit in een koude-overschot van circa 29% en wordt de bodemenergie nog doelmatig gebruikt.

Ontwikkelen bronnen

Nadat een bron geboord is, het filter en de peilbuizen zijn ingebouwd en het boorgat is aangevuld, wordt de bron ontwikkeld. Doel van het ontwikkelen is het schoonmaken van de bron. Hierbij wordt de verstopping op de boorgatwand, die bij het boren is ontstaan, zo goed mogelijk verwijderd door het schoonpompen van de bron.

Tijdens dit proces wordt grondwater (ontwikkelwater) onttrokken en geloosd. Het grondwater wordt onttrokken met een maximaal debiet van 100 tot 130% van het ontwerpdebiet, in dit geval 48 tot 63 m³/uur/bron/bronfilter. Met dit maximale debiet wordt slechts gedurende korte tijd (maximaal 15 minuten) gepompt tijdens de laatste fase van het ontwikkelen. Per bron wordt totaal maximaal 1.900 m³ (=40x het ontwerpdebiet) grondwater onttrokken in een periode van ongeveer twee weken. Voor het ontwikkelen van de twee beoogde bronnen wordt in totaal maximaal 3.800 m³ grondwater onttrokken en geloosd. De bronnen worden één voor één ontwikkeld waardoor het grondwater gefaseerd wordt onttrokken.

Het grondwater wordt geloosd op het gemeentelijk riool. Telefonisch overleg heeft plaatsgevonden tussen Cofely en de gemeente Ede. De gemeente (dhr. M. Ettema) heeft aangegeven dat de lozingen op het riool moeten plaatsvinden. Een vergunningaanvraag voor lozen op de riolering wordt spoedig ingediend bij de gemeente Ede.

Tijdens het ontwikkelen treedt in de bron vaak een grotere stijghoogteverandering op dan tijdens de bedrijfsfase. Op basis van het gemiddelde debiet verdeeld over een ontwikkelperiode van 4 weken is de grootte van het hydrologische invloedsgebied in de ontwikkelfase echter kleiner dan het invloedsgebied van een systeem dat in bedrijf is (zie paragraaf 3.3). Na de inbedrijfname zijn de genoemde extra verlagingen niet meer van toepassing.

Spuihoeveelheid

In verband met preventief onderhoud van de bronnen worden deze een aantal keer per jaar gespuid. Bij deze actie wordt uit de bronnen enige tijd grondwater onttrokken met het maximale debiet. Per jaar zal niet meer dan 1.000 m³ (20x ontwerpdebiet) grondwater worden gespuid. Een spuiaansluiting zal worden gemaakt op de riolering. Een vergunning wordt aangevraagd bij de gemeente Ede. Telefonisch vooroverleg heeft reeds plaatsgevonden met dhr. M. Ettema.

2.2 Opzet bronsysteem

Het grondwatersysteem bestaat uit één doublet. De locaties van de bronnen zijn weergegeven in figuur 2.2. In tabel 2.2 is de opzet van het bronsysteem beschreven.

Tabel 2.2
Opzet bronsysteem

parameter	eenheid	waarde
filterdiepte	[m-mv]	51 - 120 (2 ^e watervoerende pakket)
minimale lengte per bronfilter	[m]	20
afstand tussen koude en warme bron	[m]	120

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

2.3 Energiebesparing, emissiereductie en SPF

Voor het bepalen van de energiebesparing en de emissiereductie is de warmte- en koudelevering met energieopslag en warmtepompen vergeleken met een conventionele installatie voor koeling en verwarming, bestaande uit koelmachines (airconditioning) en een HR-ketel.

Het verbruik van elektriciteit is omgerekend naar de hoeveelheid aardgas die nodig is voor de elektriciteitsopwekking. Hierdoor kan het totale primaire energieverbruik worden vergeleken.

Indien jaarlijks 576 MWh_t aan warmte en 410 MWh_t aan koude wordt onttrokken aan de bodem en geleverd aan het gebouw, bedraagt de besparing in het primair aardgasverbruik 63.000 m³ aardgasequivalenten per jaar. Dit komt neer op een energiebesparing van 47%. Deze energiebesparing resulteert in een jaarlijkse emissiereductie van 100 ton (40%) koolstofdioxide (CO₂) en 184 kg (82%) stikstofoxiden (NO_x).

Het energierendement van het systeem wordt uitgedrukt in de Seasonal Performance Factor (SPF). Dit is een getal dat aangeeft hoeveel MWh_t koude en warmte wordt geleverd aan het gebouw per MWh_e verbruikte elektriciteit (bron(nen), warmtepomp(en), regeneratievoorziening en overige hulpenergie). De SPF van het bodemenergiesysteem bedraagt 3,5.

3

Geohydrologie en effectberekeningen

3.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw in de directe omgeving van de locatie is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS)
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket:

Tabel 3.1
Gehanteerde bodemopbouw

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd (tabel 3.1).

diepte	lithologie	geohydrologische benaming	doorlaatvermogen of weerstand ^b
[m-mv] ^a			[m ² /d] of [d]
0 - 39	matig fijn tot uiterst grof zand	eerste watervoerend pakket	1.100
39 - 51	klei, leem, uiterst fijn zand	eerste scheidende laag	1.000
51 - 120	matig grof tot uiterst grof zand	tweede watervoerend pakket	2.100
120 -174	Klei, zeer fijn tot uiterst fijn zand	tweede scheidende laag	∞

^a maaiveldhoogte: circa + 15 m t.o.v. NAP

^b doorlaatvermogen: bepaald met Shepherd / gemiddelde weerstand: 100 d/m voor klei en 65 d/m voor leem

3.2 Geohydrologische kenmerken

De laagste, gemiddelde en hoogste grondwaterstand en de stijghoogte in de watervoerende pakketten zijn weergegeven in tabel 3.2. Omdat er sprake is van een freatisch eerste watervoerend pakket, is de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket tevens de grondwaterstand.

Tabel 3.2
Grondwaterstand en stijghoogte [m-mv]

	bron	laagste	gemiddelde	hoogste
1 ^e watervoerende pakket	peilbuis B39F2986 ^a	3,3	2,7	2,2
2 ^e watervoerende pakket	regis	-	2,0	-
3 ^e watervoerende pakket	regis	-	3,5	-

^a de locatie van peilbuis B39F2986 is weergegeven in figuur 2.2

De lokale en regionale geohydrologische kenmerken zijn opgenomen in tabel 3.3.

Tabel 3.3
Lokale en regionale
geohydrologische
kenmerken

parameter	eenheid	
grondwaterstroming opslagpakket (snelheid) ^a	[m/jaar]	40
grondwaterstroming opslagpakket (richting) ^a	[-]	westzuidwest
grondwatertemperatuur (opslagpakket) ^b	[°C]	11,5
zoet-/brakgrensvlak (chloride 150 mg/l) ^c	[m-mv]	200
brak-/zoutgrensvlak (chloride 1.000 mg/l) ^c	[m-mv]	>250

^a bron: REGIS

^b bron: P. Stolk - Analyse van temperatuurmetingen in de Nederlandse ondergrond (2000)

^c bron: Grondwaterkaart van Nederland

3.3 Hydrologische effecten

Om de hydrologische effecten van de energieopslag te berekenen, is gebruik gemaakt van het hydrologische softwarepakket MLU voor Windows (Multi Layer Unsteady state). Meer informatie over MLU is te vinden op www.microfem.com.

De bodemopbouw in het model is gebaseerd op de geohydrologische bodemopbouw in tabel 3.1. De tweede scheidende laag op 120 m-mv heeft een zo hoge weerstand dat deze wordt beschouwd als hydrologische basis. Door de interactie met het derde watervoerend pakket buiten beschouwing te laten, zijn de berekende stijghoogteveranderingen in geringe mate een overschatting van de werkelijk optredende stijghoogteveranderingen. Uitgangspunt is dat de bodemopbouw geldt voor het totale gemodelleerde gebied. In tabel 3.4 is de modelopbouw weergegeven.

Tabel 3.4
Modelopbouw

diepte [m-mv]	toelichting	doorlaatvermogen [m ³ /d]	weerstand [d]
2,7 - 39	freatisch eerste watervoerend pakket	1.100 ^b	-
39 - 51	eerste scheidende laag	-	1.000
51 - 52	tweede watervoerende pakket (boven filter)	30	-
52	fictieve scheidende laag	-	1,4 ^c
52 - 72	tweede watervoerende pakket (filter)	600	-
72	fictieve scheidende laag	-	4,47
72 - 120	tweede watervoerende pakket (onder filter)	1.470	-
120 - 174	tweede scheidende laag / hydrologische basis	-	∞

^a de gemiddelde grondwaterstand bedraagt circa 2,7 m-mv (zie tabel 3.2)

^b geschat doorlaatvermogen van de deklaag

^c berekend op basis van anisotropiefactor 4

Oppervlaktewater

In de omgeving van de locatie is geen oppervlaktewater aanwezig. In het grondwatermodel is daarom een gesloten bovenrand (oneindige weerstand) gedefinieerd.

Schematisatie in tijd (stationair)

Om de stijghoogte- en grondwaterstandveranderingen te berekenen is een stationaire berekening uitgevoerd waarbij het systeem op maximaal debiet (48 m³/uur) draait. Aangezien in de praktijk het energieopslagsysteem slechts gedurende een zekere periode op maximaal debiet draait, zijn de berekende grondwaterstandveranderingen en stijghoogteveranderingen in het tweede watervoerende pakket een overschatting van de werkelijke optredende effecten.

Hydrologische effecten

In tabel 3.5 zijn de berekende hydrologische effecten bij maximaal debiet weergegeven. Het hydrologische invloedsgebied is het gebied waarbinnen het effect van het energieopslagsysteem op de stijghoogte gelijk aan of groter dan 0,05 m is. De grootte van de invloedsgebieden in de verschillende pakketten zijn in tabel 3.6 vermeld.

Tabel 3.5
Maximale stijghoogteveranderingen

watervoerende laag	eenheid	zomer- en wintersituatie
1 ^e watervoerende pakket	[m]	< 0,01
2 ^e watervoerende pakket	[m]	1,75

De maximale verandering van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is kleiner dan 0,05 m. Derhalve zijn deze veranderingen niet in figuren weergegeven. In figuur 3.1 is het hydrologische invloedsgebied in het tweede watervoerende pakket (opslagpakket) gepresenteerd.

Tabel 3.6
Grootte invloedsgebieden

watervoerende laag	eenheid	zomer- en wintersituatie
1 ^e watervoerende pakket	[m]	-
2 ^e watervoerende pakket	[m]	180

3.4 Hydrothermische effecten

De thermische effecten van de energieopslag zijn berekend met het programma HstWin-2D. Met het programma HstWin-2D worden warmte- en stoftransport berekend in een verzadigd tweedimensionaal grondwatersysteem.

De randvoorwaarden in het HstWin-2D-model zijn gebaseerd op de geohydrologische beschrijving in paragraaf 3.1. HstWin-2D simuleert de grondwaterstroming en het warmte-transport in één laag. De dikte van deze laag is gelijk gekozen aan de effectieve filterlengte (25 m). In tabel 3.7 zijn de belangrijkste geohydrologische en geothermische invoerparameters opgenomen die bij de berekeningen zijn gebruikt. De warmtegeleidingcoëfficiënten en de warmtecapaciteiten zijn ontleend aan de VDI 4640, Blatt 1/part 1.

Tabel 3.7
Modelopbouw
HST2D

laagnaam	dikte	doorlatendheid	warmtegeleidingcoëfficiënt	volumetrische warmtecapaciteit
	[m]	[m/d]	[W/(mK)]	[MJ/(m³K)]
geleidende toplaag	-	-	1,7	2,0
opslagpakket	20	30	2,4	2,5
geleidende onderlaag	-	-	2,4	2,5

In tabel 3.8 is het onttrekking-/infiltratiepatroon weergegeven.

Tabel 3.8
Onttrekking-/infiltratiepatroon

seizoen	bedrijfstoestand	onttrekken uit	infiltreren in	waterhoeveelheid [m ³ /seizoen]	infiltratietemperatuur [°C]
winter	warmtelevering	W	K	96.000	8
lente	rust	-	-	-	-
zomer	koudelevering	K	W	48.000	15
herfst	rust	-	-	-	-

De berekende temperaturen na 20 jaar energieopslag zijn weergegeven in figuur 3.2. Het hydrothermische invloedsgebied van het energieopslagsysteem reikt na 20 jaar energieopslag tot maximaal 300 m van de bronnen. Het hydrothermische invloedsgebied is het gebied ter hoogte van de gemodelleerde bronfilters waarbinnen de temperatuur minimaal 0,5°C afwijkt van de natuurlijke grondwatertemperatuur (11,5°C).

3.5 Grondmechanische effecten

De stijghoogteveranderingen als gevolg van de energieopslag kunnen zetting veroorzaken. In welke mate deze zettingen daadwerkelijk optreden, hangt af van de zettinggevoeligheid van de aanwezige bodemlagen en van de grootte van de stijghoogteveranderingen. Daarnaast zijn de eerder opgetreden bodembelastingen van belang. Deze zogenaamde voorbelastingen kunnen hebben plaatsgevonden bij extreem lage stijghoogten in droge jaren of door eerdere (tijdelijke) onttrekkingen, maar ook door de massa van het landijs in de ijsstijden.

De potentiële zetting is berekend met de formule van Koppejan. Hiervoor is de bodem geschematiseerd conform de opbouw in tabel 3.4. De zettingconstanten zijn ontleend aan NEN-blad 6740 - bladzijde 20. Via deze methode is een eindzetting van 3 mm berekend (zie bijlage 1). Het zettingsverhang bedraagt in de directe nabijheid van de bronnen (binnen 10 m rondom de bronnen) maximaal 1 m per 1.000 m. Aan de rand van het berekende hydrologische invloedsgebied bedraagt de berekende eindzetting minder dan 1 mm.

In werkelijkheid draait het systeem niet continu op maximaal debiet, waardoor de berekende hydrologische effecten een overschatting zijn. De berekende eindzetting is daarom ook een overschatting van de werkelijk optredende zetting.

4

Invloed op omgevingsbelangen

4.1 Grondwaterkwaliteit

Invloed van de temperatuur

Een verandering van de temperatuur van het grondwater kan het chemisch evenwicht van reacties veranderen. In het kader van het onderzoek Meer met Bodemenergie (MMB, www.meermetbodemenergie.nl) 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 vaak verwaarloosbaar klein is.

Invloed van menging

Bij menging van grondwater met een verschillende samenstelling wordt de grondwaterkwaliteit beïnvloed. Een belangrijke conclusie van MMB en het onderzoek door VU/KWR is dat menging bij lage temperatuursystemen het meest bepalende proces is voor de grondwaterkwaliteit. De temperatuureffecten zijn bij temperaturen onder de 25°C ondergeschikt en worden pas bij hogere temperaturen belangrijker.

Menging heeft alleen effect op de grondwaterkwaliteit als de samenstelling van het gemengde water verschilt. Hierbij kan worden gedacht aan verschillen in zoutgehalte, hardheid en de redoxtoestand van het grondwater. De invloed van menging treedt alleen op in het gebied waar het mengwater zich bevindt: direct rond de bronnen en stroomafwaarts daarvan.

Het grondwater dat bij dit beoogde project gemengd zal worden, is volledig kalkverzadigd en gereduceerd (ijzerhoudend zuurstof- en nitraatloos). Nadelige effecten zijn dan ook niet te verwachten.

4.2 Verzilting

Gezien de weerstand en de afstand tussen de bronfilters en het zoet-/brak- en het brak-/zoutgrensvlak worden deze niet beïnvloed door de energieopslag.

4.3 Verontreinigingen

Bij de provincie Gelderland is via de bodematlas (<http://ags.prvgld.nl/GLD.Atlas/Default.aspx?applicatie=Bodemverontreinigingen>) een overzicht opgevraagd van de bodem- en grondwaterverontreinigingen in de onmiddellijke

omgeving van de locatie. In de directe omgeving van de projectlocatie zijn voornamelijk ondiepe bodemverontreinigingen aanwezig. Op korte afstand van de projectlocatie zijn zware verontreinigingen aanwezig. Deze worden hieronder nader beschreven.

Enka terrein

Op het voormalige Enka terrein is een ernstige verontreiniging aanwezig in het eerste watervoerend pakket. Het Enka terrein ligt op circa 1 km afstand in noordoostelijke richting. Dit is in het verlengde van de grondwaterstroming, welke zuidwestelijk is georiënteerd. Deze verontreiniging bestaat uit:

- Zware metalen
- VOCL

Van de VOCL verontreiniging zijn de interventiewaardecontouren tot circa 200 m ten noordoosten van de projectlocatie bepaald. Deze contouren zijn in figuur 2.2 weergegeven. De VOCL verontreiniging bevindt zich alleen in het eerste watervoerend pakket en is niet doorgedrongen tot het tweede watervoerend pakket.

De sulfaatverontreiniging is groter: het sulfaat is mobieler en heeft zich al verder verspreid in het eerste watervoerend pakket. Daarnaast zijn bij het nabijgelegen bodemenergiesysteem van de christelijke school Het Streek (circa 300 m ten westen van het CHE) verhoogde concentraties sulfaat in het tweede watervoerend pakket aangetroffen.

Reehorsterweg

Binnen de interventiewaardencontouren van Enka bevindt zich een ernstige verontreiniging met chloorethenen en bezeen ter hoogte van de Reehorsterweg 21. De contouren van deze grondwaterverontreiniging bevindt zich op circa 400 m afstand ten noordoosten van het CHE.

Invloed bodemenergiesysteem Christelijke Hogeschool Ede op verontreinigingen

De grondwaterverontreinigingen bevinden zich allen stroomopwaarts ten opzichte van het CHE. Vanwege de van nature aanwezige hoge grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket (circa 60 m/jaar), is met name de verontreinigingspluim van het Enka terrein tot nabij het CHE gekomen. De invloed van het CHE op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is verwaarloosbaar klein (stijghoogteverandering is minder dan 0,01 m). Het systeem van CHE zal dan ook geen meetbare invloed uitoefenen op de reeds aanwezige verontreinigingen in het eerste watervoerend pakket.

Daarnaast is bekend dat de sulfaatverontreiniging zich heeft verplaatst tot in het tweede watervoerend pakket. De grondwaterstroming bedraagt hier circa 40 m/jaar. Aangezien sulfaat een mobiele stof in grondwater is, is het de verwachting dat op termijn sulfaat wordt aangetroffen ter hoogte van de voorgenomen grondwaterbronnen van het CHE. Sulfaat is geen stof die zorgt voor een risico voor de gezondheid en voor deze stof geldt ook geen interventiewaarde.

Realisatie bronnen

Tijdens de realisatie van de bronnen zal extra aandacht worden besteed aan het doorboren van grondlagen waar verhoogde concentraties (grondwater)verontreinigingen worden verwacht. Dit zal onder andere inhouden dat wordt geboord conform de protocollen van het SIKB: de BRL2100 en BRL2101. Dit is een wettelijke verplichting om onder andere op een verantwoorde manier om te gaan met verontreinigde grond tijdens het boren.

Op basis van bovenstaande wordt geconcludeerd dat de verontreinigingen in de omgeving van de locatie niet noemenswaardig worden verplaatst als gevolg van de toepassing van energieopslag. De enige invloed die valt te verwachten geldt voor de verhoogde concentraties sulfaat in het grondwater.

4.4 Grondwatergebruikers

Binnen 500 m van het CHE bevindt zich het systeem van Het Streek. Beide systemen vallen buiten elkaars hydrologisch invloedsgebied, de invloedsgebieden zelf overlappen elkaar. Aanvullende berekeningen zijn gedaan, waarbij beide systemen gelijktijdig aanstaan. De extra (cumulatieve) effecten op beide systemen bedraagt 0,02 m bij de koude bronnen. Er is geen sprake van negatieve invloed op het systeem van Het Streek.

4.5 Grondwaterbescherming

De locatie is niet gelegen in een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied of boringsvrije zone.

4.6 Bebouwing en infrastructuur

Grondwaterstandveranderingen treden niet op. Van grondwateroverlast en langdurige grondwaterstandverlaging is dan ook geen sprake. De optredende stijghoogteveranderingen kunnen van invloed zijn op bestaande bebouwing en infrastructuur via zettingen.

Zettingen

In de Nederlandse Norm Geotechniek van 1990 (NEN 6740) zijn normen opgenomen om een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten aan infrastructuur en constructies te voorkomen.

Volgens deze NEN-norm mag de zetting niet groter zijn dan 150 mm en mag het zettingsverhang (rotatie) niet groter zijn dan 1:300. Bij de aanwezigheid van ondiepe zettinggevoelige bodemlagen, zoals een deklaag, kunnen verschillen in de samenstelling van de betreffende laag aanleiding geven tot verschilzettingen aan maaiveld. Wanneer de veroorzaakte zetting in de deklaag groter is dan 15 mm, dan kunnen effecten van betekenis optreden.

De berekende eindzetting van 3 mm (zie hoofdstuk 3.5) en de daarmee gepaard gaande verschilzetting veroorzaakt geen schade aan gebouwen, funderingen, wegen of constructies.

4.7 Natuur en openbaar groen

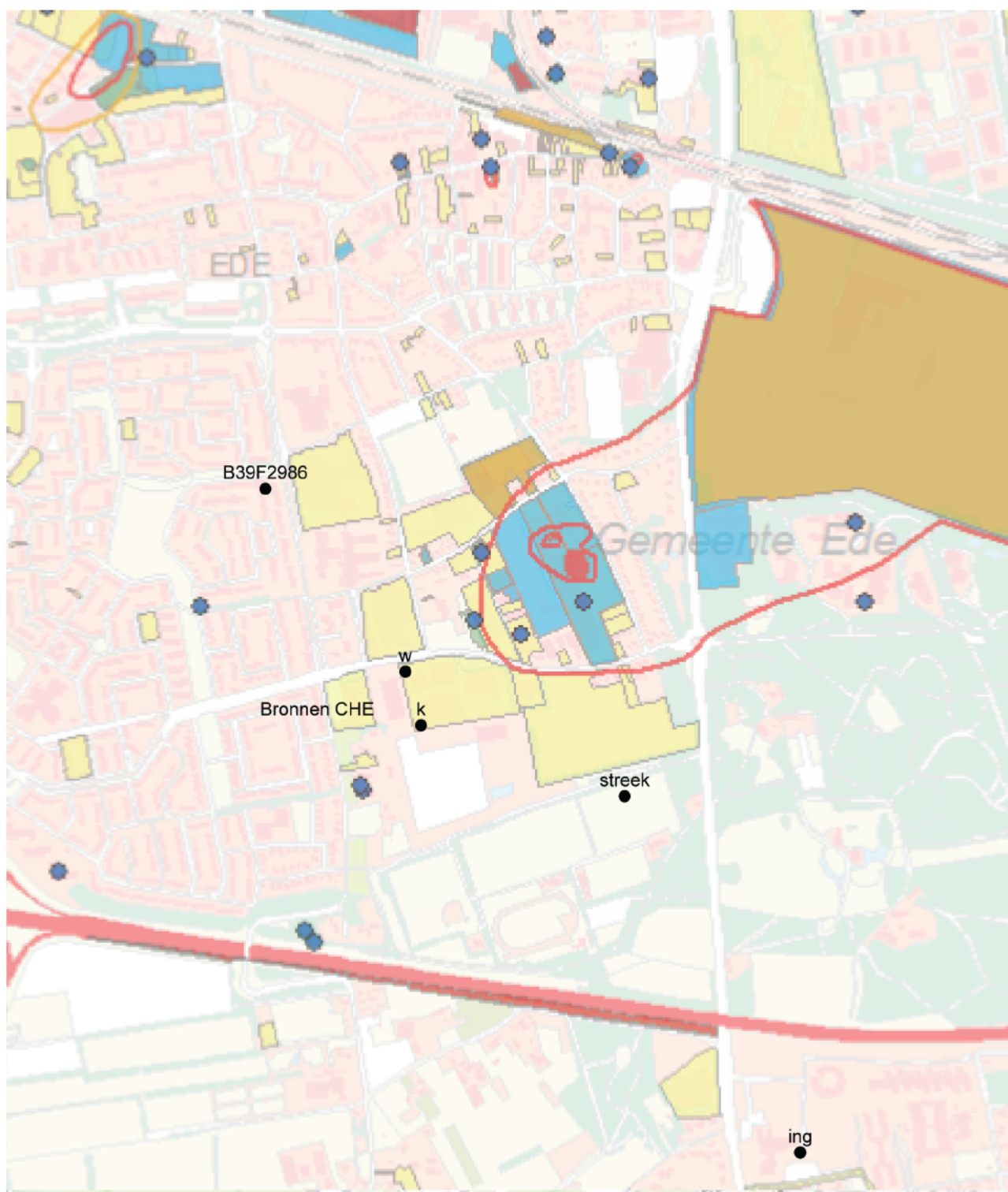
De invloed op de grondwaterstand (hoofdstuk 3.3) is zo gering ($< 0,01$ m) dat de energieopslag geen invloed heeft op natuur, Vogel- en Habitatrichtlijngebieden, Natuurbeschermingswetgebieden of Ecologische beschermingszones) en openbaar groen.

De projectlocatie is gelegen in stedelijk gebied. Landbouwgebieden zijn niet in de directe omgeving aanwezig. Gezien de locatie en de zeer geringe invloed op de grondwaterstand wordt landbouw niet beïnvloed.

4.8 Cultuurhistorie en archeologische waarden

De invloed op de grondwaterstand (hoofdstuk 3.3) is zo gering ($< 0,01$ m) dat de energieopslag geen invloed heeft op eventueel aanwezige cultuurhistorie en archeologische waarden.

FIGUREN



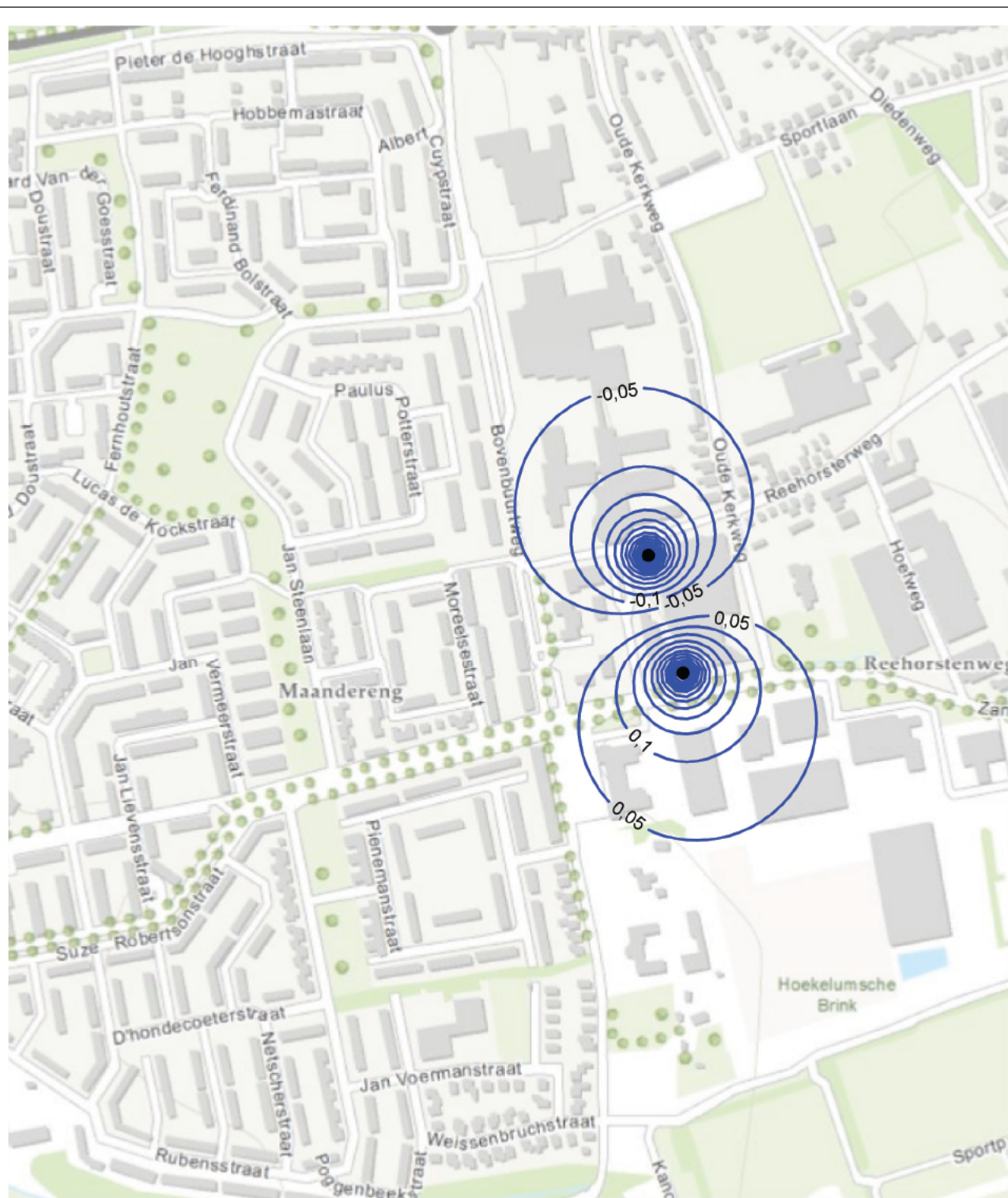
Project: Energieopslag Christelijke Hogeschool Ede

Onderwerp: Overzichtkaart met bronlocaties; verontreinigingen; overige systemen

Figuur: 2.2 **Datum:** 27-03-2014

Referentie: 61259/BG **Auteur:** EG





0 50 100 150 200



Project: Energieopslag CHE

Onderwerp: Berekende stijghoogteveranderingen in het opslagpakket [m].

Figuur: 3.1

Datum: 21-03-2014

Referentie: 61259/BG

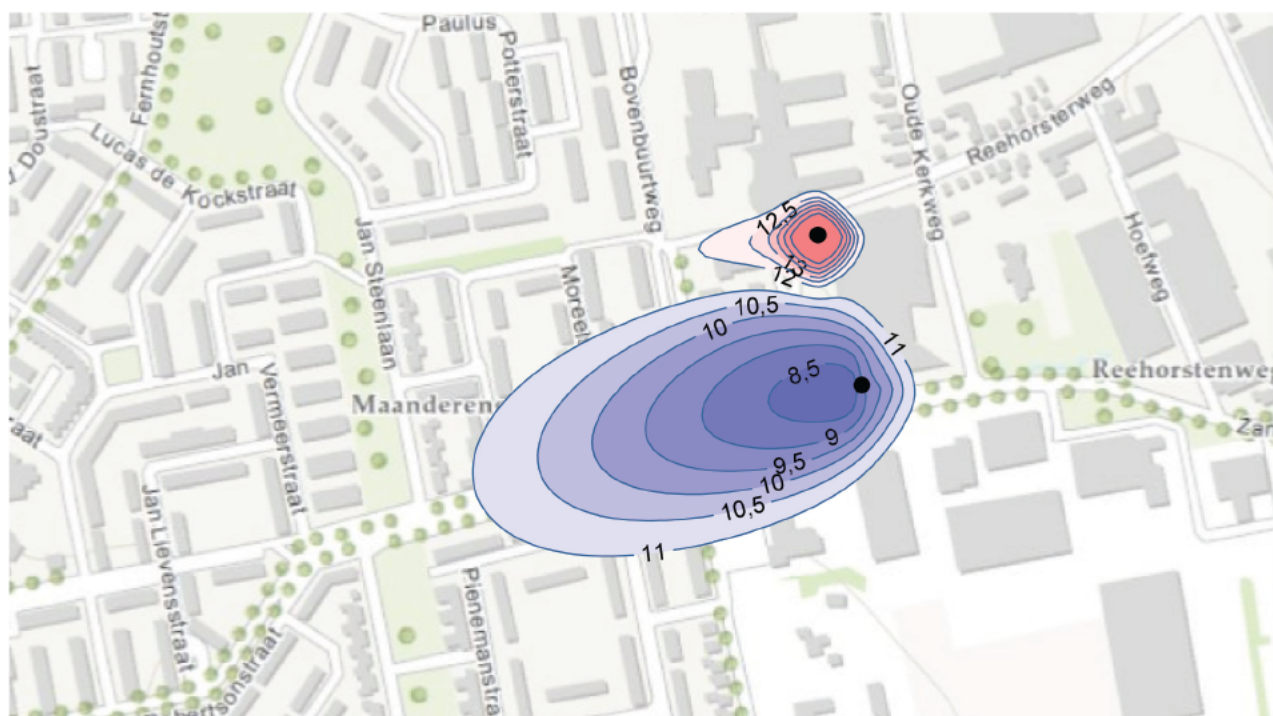
Auteur: EG



situatie einde winter



situatie einde zomer



0 50 100 150 200



Project: Energieopslag CHE

Onderwerp: Berekende temperatuurcontouren in het opslagpakket na 20 jaar energieopslag [°C].

Figuur: 3,2

Datum: 12-03-2014

Referentie: 61259/BG

Auteur: EG



BIJLAGE 1

Berekening van de eindzetting

Zettingsberekening		Versie 29 september 2004
Berekening van eindzetting volgens de methode van Koppejan (combinatie van Terzaghi en Keverling Buisman)		
	Projectnaam:	Christelijke Hogeschool Ede
	Projectnummer:	61259
	Datum berekening:	26-mrt-14
	Bijlage	1

Gebruikte formule van Terzaghi:

$$z = \frac{D}{C} \ln \frac{\sigma_k + \Delta\sigma_k}{\sigma_k}$$

GLG: 3,3 m-mv

Materiaal	[m-mv] diepte	[m] Dikte	ΔH	[-] C_p	[-] C_s	[-] C_{onein}	[kg/m ³] ρ	[N/m ²] σ_k	[N/m ²] $\Delta\sigma_k$	[mm] Z
	0									
Onverz. zone		3,3	0	-	-	-	2000	-		0
	3,3									
Zand		35,7	0,001	600	1,00E+99	600	2000	239854,5	9,81	0
	39									
Klei		12		30	600	25	1800	462051	3119,6	3
	51									
Zand		1	0,635	600	1,00E+99	600	2000	514044	6229,4	0
	52									
Zand		20	1,723	600	1,00E+99	600	2000	617049	16903	0
	72									
Zand		48	0,079	600	1,00E+99	600	2000	950589	774,99	0
	120									

Verklaring van de parameters:

symbolen	verklaring	eenheid
D	= Dikte	[m]
ΔH	= Stijghoogteverandering	[m]
C_p	= Primaire zettingsconstante	[-]
C_s	= Seculaire zettingsconstante	[-]
C_{onein}	= Totale zettingsconstante	[-]
ρ	= Bulkdichtheid	[kg/m ³]
σ_k	= Korrelspanning	[N/m ²]
$\Delta\sigma_k$	= Verandering korrelspanning	[N/m ²]
Z	= Zetting	[mm]
GLG	= Gemiddelde laagste grondwaterstand	[m-mv]

Totale zetting [mm] 3