

Energieopslag TU Delft

Startnotitie m.e.r.

Opdrachtgever

TU Delft
Directie facilitair Management & Vastgoed
Kluyverweg 6
2629 HT DELFT
T 015 - 27 88 000
F 015 - 27 86 198
Contactpersoon: dhr. N.V.J. Prenen

Adviseur

IF Technology bv
Velperweg 37
Postbus 605
6800 AP ARNHEM
T 026 - 35 35 555
F 026 - 35 35 599
E h.dejonge@iftechnology.nl
Contactpersonen: ing. H. de Jonge
ir. J.C. Dijkhoorn

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	De voorgenomen activiteit.....	6
2.1	Aanleiding en doel.....	6
2.2	Beschrijving van het project.....	6
3	Procedures en besluiten.....	9
3.1	Initiatiefnemers.....	9
3.2	Bevoegd gezag.....	9
3.3	Afstemming.....	10
3.4	Beleidskader.....	10
3.4.1	Europees beleid.....	10
3.4.2	Nationaal beleid.....	10
3.4.3	Provinciaal beleid.....	11
3.5	Verleende vergunningen.....	11
3.6	Te nemen besluit.....	11
4	Bestaande milieutoestand.....	12
4.1	Bodem en water.....	12
4.1.1	Bodemopbouw.....	12
4.1.2	Grondwaterstroming.....	13
4.1.3	Grondwaterkwaliteit en -temperatuur.....	13
4.1.4	Waterhuishouding.....	13
4.2	Natuurwaarden.....	14
4.3	Inrichting en gebruik.....	14
4.3.1	Bebouwing en infrastructuur.....	14
4.3.2	Cultuurhistorie.....	14
4.3.4	Gebruik van de ondergrond.....	14
5	Te onderzoeken alternatieven.....	16
5.1	Algemeen.....	16
5.2	Uitgangspunten en randvoorwaarden.....	16
5.3	Alternatieven.....	16
5.4	Werkwijze.....	18
5.4.1	Algemeen.....	18
5.4.2	Berekeningen.....	19
5.4.3	Kwalitatieve effectenbeschrijving.....	19
6	Te verwachten effecten.....	20
6.1	Effect op hydrologie en hydrochemie.....	20
6.2	Effect op grondwater- en bodemtemperatuur.....	21
	Literatuur.....	22

Figuren:

- 1.1 Het terrein van de TU Delft.
- 2.1 Schematische weergave warmte- en koudelevering
- 4.1 Omgevingsbelangen
- 5.1 Bronnenplan voorkeurs- en diep alternatief
- 5.2 Bronnenplan monobron alternatief

Bijlage:

- 1 Procedure m.e.r. en vergunning Waterwet

1 Inleiding

Op het terrein van de Technische Universiteit in Delft (TUD) wordt in de toekomst een aantal gebouwen gerenoveerd en vindt nieuwbouw plaats. Voor de klimatisering van deze gebouwen wordt gestreefd naar een zo hoog mogelijke duurzaamheid en naar de toepassing van innovatieve oplossingen. Op dit moment wordt voor de verwarming gebruik gemaakt van stadswarmte welke geleverd wordt door de warmtekrachtcentrale van de TUD. De koeling vindt plaats met behulp van koelunits.

Het voornemen bestaat om de warmte- en koudelevering voor alle gebouwen van de TUD te verzorgen met stadswarmte en pieklastketels in combinatie met een ondergronds energieopslagsysteem (koude-/warmteopslag). Voor drie gebouwen zijn reeds afzonderlijke energieopslagsystemen aangelegd. Het betreft de systemen voor de Bibliotheek, 3mE (Faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Technische Materiaalwetenschappen) en EWI (Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica). Voor de bestaande energieopslagsystemen op het TUD terrein zijn losse vergunningen aangevraagd. Deze Startnotitie is bedoeld voor alle bestaande en toekomstige energieopslagsystemen op het TUD terrein. De bestaande vergunningen zullen komen te vervallen wanneer de vergunning voor het hele TUD terrein van kracht wordt.

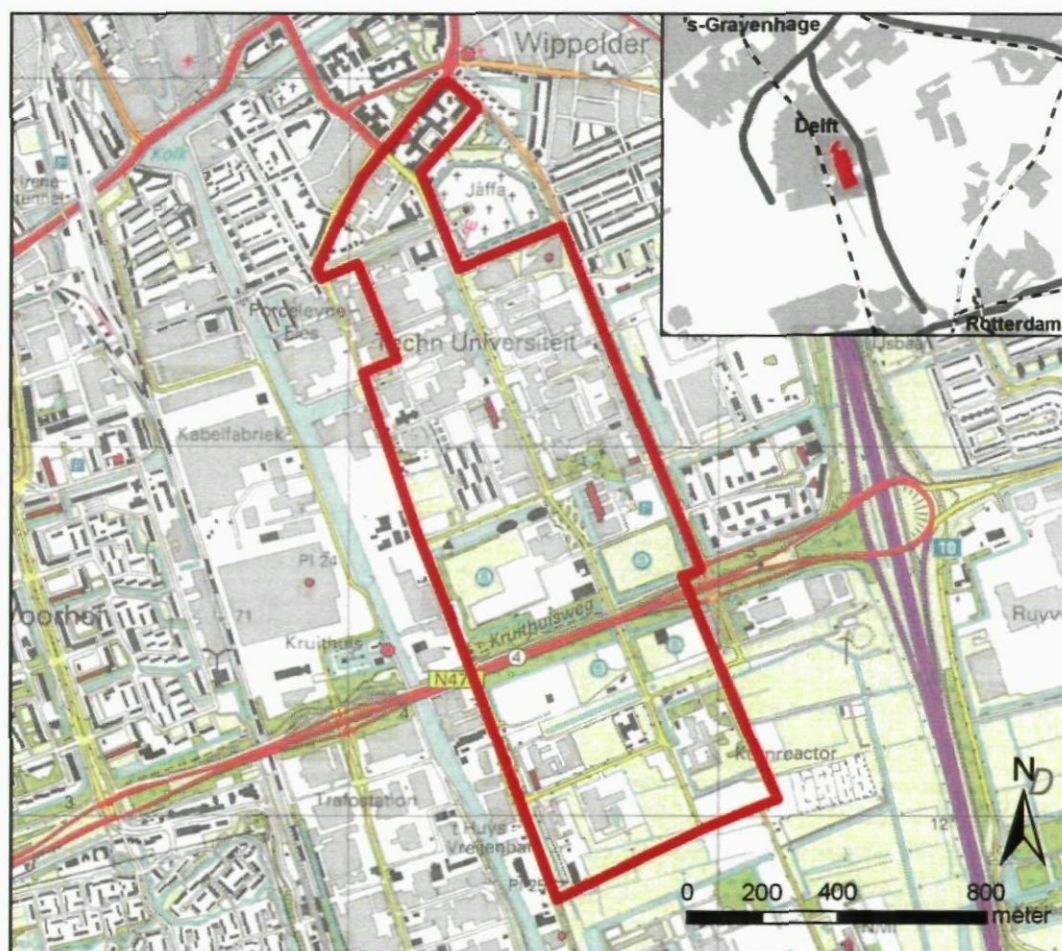
Het terrein van de TUD is gelegen in het zuidoostelijke deel van Delft. Het totale terrein heeft een oppervlakte van circa 90 hectare. In figuur 1.1 is een overzicht van het terrein weergegeven.

Voor het energieopslagsysteem wordt gelijktijdig grondwater onttrokken en geïnfiltreerd. Het onttrekken en infiltreren van grondwater is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. Omdat voor het project in de eindsituatie per jaar meer dan 3 miljoen m³ grondwater wordt onttrokken en geïnfiltreerd, dient naast de vergunningaanvraag een m.e.r. te worden doorlopen¹.

De m.e.r. wordt uitgevoerd in het kader van de Waterwet en is bedoeld om de milieueffecten ten gevolge van het energieopslagsysteem in beeld te brengen. De rapportage behandelt derhalve het grondwaterzijdige deel van het systeem.

¹ m.e.r. = de procedure van de milieueffectrapportage; MER = het milieueffectrapport

Deze startnotitie bevat de basisgegevens van het project. De voorgenomen activiteit is beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 is aangegeven in het kader van welk besluit de m.e.r. wordt uitgevoerd. Daarnaast zijn de relaties met andere besluiten weergegeven. De alternatieven voor de voorgenomen activiteit en de te verwachten effecten zijn beschreven in hoofdstuk 4 en 5. De bestaande situatie, de autonome ontwikkeling van het studiegebied en de mogelijke invloed hierop is beschreven in hoofdstuk 6. Voor het op stellen van deze startnotitie is gebruik gemaakt van de herziene handleiding voor de m.e.r. van Infomil [Lit. 1].



Figuur 1.1 Het terrein van de TU Delft.

2 De voorgenomen activiteit

2.1 Aanleiding en doel

Op het terrein van de Technische Universiteit in Delft (TUD) staan voornamelijk uit universiteitsgebouwen. Op dit moment wordt voor de verwarming gebruik gemaakt van stadswarmte welke geleverd wordt door de warmtekrachtcentrale van de TUD. Een beperkt aantal gebouwen heeft in de huidige situatie comfort koeling. De overige gebouwen hebben slechts koeling voor de collegezalen en vergaderruimten. De koeling vindt op conventionele wijze plaats met behulp van koelunits. Voor een drietal gebouwen wordt de koeling verzorgd door middel van energieopslag in de bodem.

Naar aanleiding van een aantal hete zomers in de afgelopen periode, is er onder het personeel en de studenten van de TU grote onvrede ontstaan over het binnenklimaat in faculteiten. Het College van Bestuur heeft daarom besloten, om de komende jaren alle gebouwen te voorzien van comfort koeling. Daarnaast streeft de TUD naar een zo hoog mogelijke duurzaamheid. Naast conventionele koelmachines is alleen energieopslag in de bodem geschikt voor het koelen van de gebouwen. Omdat het leveren van de koelvraag van circa 20.000 MWh met conventionele koelmachines een veel groter elektriciteitsverbruik tot gevolg heeft dan het gebruik van energieopslag, is voor de laatste optie gekozen.

Door het leveren van de koelvraag met energieopslag in de bodem kan een besparing van het elektriciteitsverbruik en een reductie van de uitstoot van CO₂ van minimaal 75% van gerealiseerd worden. Deze besparing wordt ook gerealiseerd bij de bestaande energieopslagsystemen van de TUD. Door de opgeslagen warmte te gebruiken voor de verwarming van de gebouwen kan een besparing op het gasverbruik worden gerealiseerd en een reductie van de uitstoot van CO₂ voor de verwarming van circa 90%. Om deze redenen en met de achterliggende positieve ervaring van de bij de TUD in gebruik zijnde energieopslagsystemen, heeft de TUD besloten om waar mogelijk voor de gehele campus energieopslag toe te passen. De realisatie zal gefaseerd plaats vinden in samenhang met nieuwbouw en renovatie van de gebouwen. In het handboek projecten van de TUD staat voorgeschreven, dat ontwerpers van gebouwen en installaties energieopslag in de bodem moeten toepassen in het ontwerp.

2.2 Beschrijving van het project

Om langetermijnergieopslag in de bodem mogelijk te maken wordt een grondwatersysteem aangelegd. Het grondwatersysteem bestaat uit koude en warme bronnen waar grondwater aan kan worden onttrokken en in geïnfiltreerd. Tussen de warme en de koude bronnen worden transportleidingen aangelegd, waardoor grondwater van de warme naar de koude bronnen kan worden gepompt en omgekeerd. De transportleidingen worden door de technische ruimten geleid, waar de warmte of koude in de warmtewisselaars wordt overgedragen van het grondwatersysteem aan het gebouwssysteem.

De globale werking van het energieconcept kan worden beschreven aan de hand van twee bedrijfssituaties:

- koudelevering / warmteopslag;
- warmtelevering / koudeopslag.

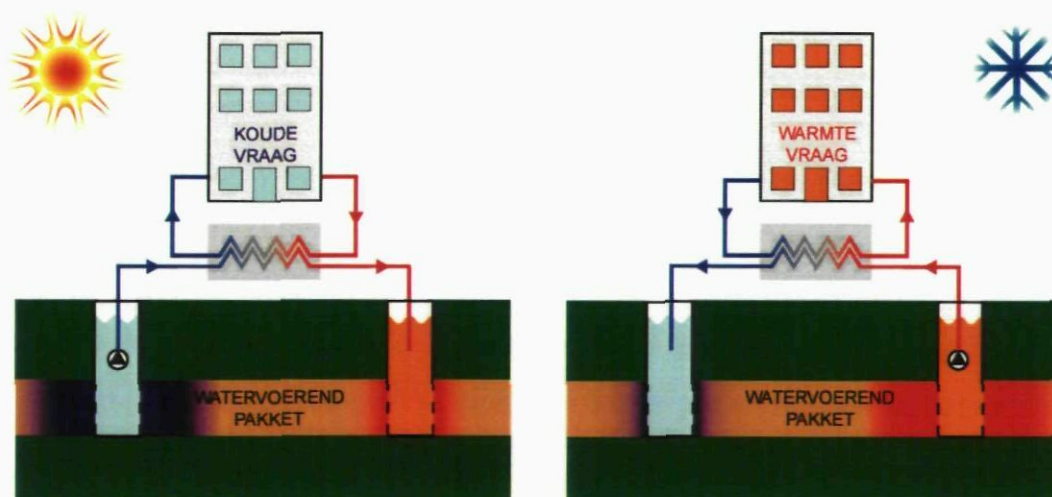
Koudelevering / warmteopslag

In de zomer kan door het energieopslagsysteem direct koude worden geleverd aan de verschillende gebouwen. Vanuit de koude bronnen van dit systeem wordt koud grondwater opgepompt en via een warmtewisselaar wordt de koude overgedragen aan het gebouwdistributiesysteem, waar het gebruikt wordt voor koeling. Het opgewarmde grondwater wordt vervolgens weer via de warme bronnen naar de bodem gevoerd. Tijdens de piek koudevraag is het mogelijk om de warmtepomp in te zetten als compressie koelmachine (CKM). De condensorwarmte wordt dan via het grondwatersysteem afgevoerd.

Warmtelevering / koudeopslag

In de winter wordt door de energieopslag de ventilatielucht voorverwarmd. Hierbij wordt de warmte overgedragen aan het gebouwdistributiesysteem. Het afgekoelde grondwater wordt vervolgens via de koude bronnen aan de bodem toegevoerd. De overige benodigde warmte voor de gebouwen wordt geleverd door de stadswarmte voor de basislast en ketels voor de pieklast. Indien op deze wijze te weinig koude opgeslagen kan worden, zal met behulp van droge koelers extra koude in de bodem gebracht worden. Ieder (verzamel)gebouw krijgt een technische ruimte met daarin onder andere de warmtewisselaar(s). Met een warmtewisselaar is het energieopslagsysteem hydraulisch gescheiden van de verschillende gebouwssystemen.

Het proces voor warmte- en koudelevering is schematisch weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Schematische weergave warmte- en koudelevering

De hoeveelheid grondwater die per jaar wordt onttrokken en geïnfiltreerd bedraagt in de uiteindelijke situatie gemiddeld 6,5 miljoen m³ en maximaal 10 miljoen m³. De maximale capaciteit van de bronnen bedraagt 2.806 m³/uur (inclusief de bestaande energieopslagsystemen). In verband met preventief onderhoud van de bronnen zullen deze een aantal keer per jaar worden gespuid. Bij deze actie zal uit alle bronnen gedurende een bepaalde tijd (bijvoorbeeld een uur) met het maximale debiet grondwater onttrokken worden. Het onttrokken grondwater zal niet in de bodem worden teruggebracht, maar worden geloosd. *Bij de bestaande systemen wordt dit grondwater op het riool geloosd. Voor de nog te realiseren systemen moet dit nog worden uitgezocht.* Voor toestemming voor het lozen van het onttrokken grondwater zal contact worden opgenomen met de daarvoor bevoegde instantie. Jaarlijks bedraagt de hoeveelheid te lozen grondwater maximaal 50.000 m³.

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

Voor de realisatie van het energieopslagsysteem worden de volgende werkzaamheden verricht:

- het boren en ontwikkelen van bronnen die geschikt zijn voor onttrekking en infiltratie van grondwater;
- het aanleggen van een grondwaterleidingnetwerk;
- het aanpassen/aanleggen en aansluiten van de gebouwinstallaties;
- beproeven van het systeem;
- beheer van het systeem.

Als het systeem gerealiseerd is, is het van belang om het op een goede manier te beheeren. Hiermee wordt ervoor gezorgd dat het systeem optimaal wordt benut en wordt gewaarborgd dat het systeem blijft voldoen aan de vergunning. Het beheer kan door de vergunninghouder zelf worden uitgevoerd, of worden uitbesteed aan een andere partij. De TUD heeft de voorkeur om het beheer van de klimaatinstallaties en de energieopslagsystemen in eigen beheer uit te voeren en niet uit te besteden. Dit op basis van ervaringen bij de huidige in gebruik zijnde systemen bij de TUD.

3 Procedures en besluiten

Op basis van de Waterwet is voor de beoogde energieopslag een vergunning nodig. Op basis van het Besluit m.e.r. geldt een m.e.r.-plicht, wanneer het een vergunningplichtige activiteit in het kader van de Waterwet artikel 6.4 en 6.5 betreft en per jaar meer dan 3 miljoen m³ grondwater wordt verplaatst en het geen bronbemaling bij een bouwput, een bodemsanering of een proefproject voor een waterwinning betreft. De beoogde energieopslag betreft een onttrekking en infiltratie van meer dan 3 miljoen m³ per jaar (maximaal 10 miljoen m³) en is daarom m.e.r.-plichtig. De opdrachtgever is bereid een m.e.r. te doorlopen.

De onderhavige Startnotitie wordt voor eenieder ter inzage gelegd. In de volgende fase van de m.e.r.-procedure worden richtlijnen opgesteld waarin wordt aangegeven welke aspecten in het MER aan de orde moeten komen. Tijdens de periode waarin de startnotitie ter inzage ligt kunnen schriftelijk opmerkingen worden ingediend over de op te stellen richtlijnen. Voor een overzicht van de procedure wordt verwezen naar bijlage 1. Opgemerkt wordt dat de m.e.r.-wetgeving per 1 juli 2010 wijzigt. In bijlage 1 is uitgegaan van de huidige procedure.

3.1 Initiatiefnemers

De initiatiefnemer van de m.e.r.-plichtige activiteit is:

TU Delft
Directie facilitair Management & Vastgoed
Kluyverweg 6
2629 HT Delft
Tel: 015 - 27 88 000
Fax: 015 - 27 86 198

De aan te vragen vergunning waarvoor deze m.e.r. nodig is, zal op naam komen te staan van de genoemde initiatiefnemer.

3.2 Bevoegd gezag

Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland is het bevoegd gezag voor het besluit tot afgifte van de vergunning in het kader van de Waterwet.

Provincie Zuid-Holland
Bureau MER, Afdeling Vergunningen
Zuid-Hollandplein 1
2509 LP Den Haag

3.3 Afstemming

De afstemming tussen de m.e.r.-procedure en de procedure volgens de Waterwet is weergegeven in bijlage 1.

3.4 Beleidskader

Voor de realisatie van de voorgenomen grondwateronttrekkingen gelden randvoorwaarden en uitgangspunten. Deze vloeien voort uit wettelijke bepalingen en beleid op Europees, nationaal en provinciaal niveau.

Hieronder worden de hoofdlijnen weergegeven van het beleidskader voor de TUD.

3.4.1 Europees beleid

Eind 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water in werking getreden. Deze richtlijn richt zich op de bescherming van alle oppervlaktewateren, kustwateren en grondwatersystemen. Voor de TUD betekent dit onder andere dat duurzaam moet worden omgegaan met de beschikbare waterbronnen en dat uitputting van (grond)watervoorraden in het studiegebied dient te worden voorkomen.

De Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn zijn richtlijnen van de Europese Unie waarin aangegeven wordt welke soorten en natuurgebieden (habitats) beschermd moeten worden door de lidstaten. De Vogel- en Habitatrichtlijn zijn in Nederland vertaald naar de Natuurbeschermingswet en Flora- en faunawet. De Natuurbeschermingswet is bestemd voor gebiedsbescherming, terwijl de Flora- en faunawet bedoeld is voor de soortbeschermingsaspecten van de Nederlandse natuur.

Archeologisch waardevolle objecten en monumenten zijn beschermd door middel van het Europese Verdrag van Valetta, ook wel bekend als het Verdrag van Malta (1992). Uitgangspunt van het verdrag is dat het archeologische erfgoed integrale bescherming nodig heeft en krijgt. Nederland heeft dit verdrag mede ondertekend. De uitgangspunten van het verdrag zijn per 1 september 2007 geïmplementeerd in de Nederlandse wetgeving met de inwerking treding van de wet op de archeologische monumenten.

3.4.2 Nationaal beleid

De Waterwet reguleert de verdeling van grondwater met het oog op een optimaal gebruik door de verschillende belangen die daaraan verbonden zijn. De wet is een zogenaamde raamwet: het geeft hoofdpunten en handvaten voor uitwerking in provinciale regelingen of via een Algemene Maatregel van Bestuur. De Waterwet is voornamelijk gericht op de waterkwantiteit en niet op waterkwaliteit. Alleen als er ook wordt geïnfiltreerd is de waterkwaliteit van belang.

De Waterwet geeft de mogelijkheid om een evenwichtige afweging te maken tussen alle bij het grondwaterbeheer betrokken belangen: de drinkwatervoorziening, land- en tuinbouw, industrie en ondergrondse energieopslag. De wet weegt de noodzaak om te onttrekken af tegen de optredende effecten op de omgeving. De Waterwet stelt voorwaarden aan de onttrekking en infiltratie van grondwater in het grondwatersysteem. Dergelijke activiteiten kunnen doorgang vinden indien een vergunning wordt verleend.

Bij het ontwikkelen en het onderhoud van de bronnen van een energieopslagsysteem komt grondwater vrij. Dit grondwater moet worden afgevoerd. Bij lozing van het grondwater op het riool dient een ontheffing of een vergunning te worden aangevraagd in het kader van de Wet Milieubeheer, omdat het te lozen grondwater wordt gezien als bedrijfsafvalwater. Het bevoegd gezag is de gemeente.

3.4.3 Provinciaal beleid

Het provinciaal beleid ten aanzien van ondergrondse energieopslag is vastgelegd in Provinciaal Waterplan Zuid-Holland 2010-2015 [Lit. 2]. De hoofdpunten uit het beleid van de provincie zijn hieronder samengevat.

- De provincie stimuleert (verantwoord) gebruik van het grondwater voor ondergrondse energieopslag.
- Het gebruik van collectieve in plaats van individuele systemen wordt bevorderd om daarmee een maximale energiebesparing te bereiken.
- Netto opwarming van het grondwater mag niet worden afgewenteld op de omgeving of in de tijd.
- *Er mag geen verontreiniging optreden van grondwater.*
- Er mogen geen ongewenste beperkingen ontstaan voor bestaande en toekomstige gebruikers van de bodem, zoals ondergronds bouwen.
- Om interactie met functies in het eerste watervoerende pakket te voorkomen moeten energieopslagsystemen in het stedelijk gebied en in glastuinbouwgebieden in principe uitwijken naar een dieper gelegen watervoerend pakket.
- Er mag geen menging van verschillende waterkwaliteiten (bijvoorbeeld zoet en zout grondwater) optreden.

3.5 Verleende vergunningen

Vergunningen

De volgende vergunningen zijn afgegeven:

- Vergunning Grondwaterwet energieopslag Bibliotheek (beschikking DWM/129639, d.d. 25 november 1996);
- Vergunning Grondwaterwet energieopslag faculteit 3mE (beschikking DWM/174122, 30 juni 1999);
- Vergunning Grondwaterwet energieopslag faculteit EWI (beschikking DWM/160819, 19 augustus 1998).

3.6 Te nemen besluit

In deze Startnotitie zijn de basisgegevens van de te ondernemen activiteit samengevat. Op basis van de Startnotitie, inspraakreacties en de adviezen van de wettelijke adviseurs en de Commissie voor de milieueffectrapportage stelt het bevoegd gezag de richtlijnen voor het MER vast. Het gaat bij de reacties en adviezen vooral om de vraag of aanvullende onderwerpen onderzocht dienen te worden.

4 Bestaande milieutoestand

4.1 Bodem en water

4.1.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw in de directe omgeving van het TUD terrein is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Geohydrologisch onderzoek grondwaterwinning Gist - Brocades Delft [Lit. 3];
- Rapportage "Effecten van stopzetten grootschalige onttrekkingen in de provincie Zuid-Holland." [Lit. 4];
- Grondwaterkaart van Nederland, blad 37 West, 37 Oost en 30 Oost [Lit. 5, 6];
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket;
- REGIS-kaarten;
- Informatie van de gerealiseerde energieopslagsystemen op het TUD terrein (Bibliotheek, EWI en 3mE);
- Informatie van gerealiseerde energieopslagsystemen in de directe omgeving van het TUD terrein.

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd in een aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen (tabel 4.1).

Tabel 4.1 Geohydrologische schematisatie

diepte [m-mv]*	lithologie	formatie	geohydrologische benaming
0 - 16	veen, klei en fijn zand	Westland	deklaag
16 - 36	matig grof tot uiterst grof zand	Kreftenheye, Urk	1 ^e watervoerende pakket
36 - 42	klei	Waalre	1 ^e scheidende laag
42 - 70	overwegend matig grof zand	Peize, Waalre	2 ^e watervoerende pakket A
70 - 110	afwisseling van klei- en zandlagen	Waalre	scheidende laag binnen het 2 ^e watervoerende pakket
110 - 140	matig fijn tot matig grof, schelphoudend zand	Waalre, Maassluis	2 ^e watervoerende pakket B
140 - 150	klei en kleiig fijn zand	Maassluis	2 ^e scheidende laag
150 - 230	zeer fijn tot matig fijn zand met kleilagen	Maassluis	3 ^e watervoerende pakket
> 230	klei	Maassluis	hydrologische basis

* Het maaiveld bevindt zich op circa -1 m t.o.v. NAP.

Op basis van de beschikbare informatie wordt op de locatie een scheidende laag aangetroffen op een diepte van circa 70 tot 110 m-mv. Deze scheidende laag is niet regionaal verbreid. Ten oosten van het TUD terrein ontbreekt de scheidende laag. Derhalve betreft het een lokale scheidende laag binnen het tweede watervoerende pakket en is het tweede watervoerende pakket, conform REGIS, onder te verdelen in twee delen (hier tweede watervoerende pakket A en B genoemd).

4.1.2 Grondwaterstroming

Horizontale stroming

De regionale horizontale grondwaterstroming volgt uit het isohypsenbeeld afkomstig uit het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS). De stroming in het eerste en tweede watervoerende pakket wordt beïnvloed door de onttrekking van DSM Gist in het eerste watervoerende pakket. Uit het isohypsenbeeld volgt dat het grondwater in het eerste en tweede watervoerende pakket in noordnoordwestelijke richting stroomt (richting de grondwateronttrekking van DSM Gist) met een snelheid van respectievelijk 35 meter per jaar en minder dan 5 meter per jaar. De regionale grondwaterstroming in het derde watervoerende pakket is oostelijk gericht met een snelheid van minder dan 5 meter per jaar.

Verticale stroming

De verticale grondwaterstroming ter plaatse van de TUD wordt ook bepaald door de onttrekking van Gist-Brocades. Uit stijghoogtemetingen in peilbuizen in de omgeving van de TUD en op basis van REGIS-kaarten blijkt dat op de locatie sprake is van een neerwaarts gerichte stroming door de deklaag. De verticale stroomsnelheid bedraagt circa 1 à 2 mm/dag. De verticale stroming door de eerste scheidende laag is opwaarts gericht en bedraagt circa 2 mm/dag. De stroming door de tweede scheidende laag is eveneens opwaarts gericht en bedraagt circa 1 mm/dag.

4.1.3 Grondwaterkwaliteit en -temperatuur

Uit REGIS en waterkwaliteitsgegevens van de bestaande energieopslagsystemen op het TUD terrein blijkt dat het zoet-/brakgrensvlak (chloridegehalte is 150 mg/l) en het brak-/zoutgrensvlak (chloridegehalte is 1.000 mg/l) zich beide in de deklaag bevinden. Het grondwater in het eerste, tweede en derde watervoerende pakket is zout.

De temperatuur van het grondwater in het tweede en derde watervoerende pakket bedraagt respectievelijk 11,5 en 12,5 °C [Lit. 7].

4.1.4 Waterhuishouding

Oppervlaktewater

Het TUD terrein bevindt zich in een polder. Derhalve zijn er diverse watergangen aanwezig. In de polder wordt een waterpeil van circa 3 m beneden NAP gehandhaafd. Het terrein wordt aan de westkant begrensd door de Delftse Schie. De watergangen in de polder zullen eventuele grondwaterstandveranderingen als gevolg van de energieopslag op het TUD terrein uitdempen.

Grondwaterstand

Op basis van informatie van peilbuizen in het peilgebied varieert de grondwaterstand op het TUD terrein tussen de 2,0 en 3,0 m beneden NAP (circa 1 tot 2 m-mv).

4.2 Natuurwaarden

Binnen een straal van 5 km rondom het TUD terrein bevindt zich geen Vogel- of Habitat-richtlijngebied of een Natuurbeschermingswetgebied. Wel bevinden er zich binnen 5 km van het TUD terrein diverse gebieden die deel uitmaken van de Ecologische Hoofdstructuur (bron: www.zuid-holland.nl).

Op basis van Het Natuurloket (www.natuurloket.nl) wordt geconcludeerd dat op en rond het TUD terrein enkele dier- en plantensoorten voorkomen die vallen onder de Flora- en Faunawet en de Rode lijsten.

4.3 Inrichting en gebruik

4.3.1 Bebouwing en infrastructuur

Op het TUD terrein zijn met name universiteitsgebouwen aanwezig. Onder deze gebouwen zijn ook diverse kelders aanwezig. Verder loopt er over het hele terrein een leidingkoker waar de leidingen van het warmtenet doorheen lopen. Daarnaast zijn er in de omgeving van het terrein van de TUD nog enkele verdiepte parkeergarages en tunnels en onderdoorgangen aanwezig.

Op circa 700 m ten oosten van de locatie loopt de snelweg A13. Circa 500 m ten westen loopt de spoorlijn Rotterdam - Den Haag. Op dit moment worden de voorbereidingen getroffen voor het ondergronds aanleggen van deze spoorlijn. De tunnel wordt op een diepte van ruim 20 m-mv gerealiseerd.

4.3.2 Cultuurhistorie

Op basis van de Archeologische Monumentenkaart (AMK) bevinden zich op het terrein van de TUD geen archeologische monumenten. De kans op het aantreffen van archeologische vondsten is volgens de Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW) redelijk tot hoog. Eventuele aanwezige archeologische resten zullen aanwezig zijn in de deklaag. Schade aan archeologische resten kan optreden indien de resten boven het grondwaterpeil komen te liggen.

Bij het boren van de bronnen en de aanleg van de leidingen dient rekening gehouden te worden met eventueel aanwezige archeologische resten.

Op en in de omgeving van de projectlocatie zijn geen aardkundige monumenten aanwezig.

4.3.4 Gebruik van de ondergrond

Grondwateronttrekkingen

Door de provincie Zuid-Holland is een overzicht aangeleverd (november 2009) van grondwateronttrekkingen die aanwezig zijn binnen 4.000 m van het terrein van de TUD. Binnen deze afstand zijn diverse vergunde energieopslagsystemen en grondwateronttrekkingen aanwezig. Deze zijn weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Grondwatergebruikers binnen 4.000 m van de projectlocatie

bedrijfsnaam	afstand en richting	watervoerend pakket	omvang vergunning	
			m ³ /uur	m ³ /jaar
TU Delft OCP & CW / 3ME ¹	op de locatie	2A	80	200.000
TU Delft Elektrotechniek ¹	op de locatie	2A	216	422.500
TU Delft Bibliotheek ¹	op de locatie	2A	80	165.000
TU Delft Techn. Natuurkunde ²	direct ten W	1	175	515.500
Haagse Hogeschool ¹	direct ten NW	2A	80	200.000
Technopolis ¹	direct ten ZO	2A	350	1.860.000
IKEA ¹	900 m ten NO	1	225	700.000
Freecom Europe ¹	250 m ten O	1	27	220.000
Catena Micro Electronics ¹	300 m ten O	1	17	148.920
Zuidpoort ¹	550 m ten N	2A	110	294.000
Markeur Beheer ¹	1.250 m ten O	2A	40	180.000
GGZ Delfland ¹	1.800 m ten N	2/3	60	320.000
DSM Gist ²	2.300 m ten NW	1	1.600	13.800.000
De Buytenweye ¹	2.000 m ten W	2A	30	80.000
Reinier de Graaf Gasthuis ¹	2.000 m ten W	2/3	302	1.238.000
Van den Berg Roses ¹	1.800 m ten O	1	200	1.200.000

¹ Energieopslagsysteem, ² Onttrekking ten behoeve van proceskoeling

Naast de vergunde onttrekkingen zijn er nog meerdere meldingsplichtige onttrekkingen. Het betreft onttrekkingen ten behoeve van blusvoorzieningen, beregening en grondwatersanering. De meldingsplichtige onttrekkingen bevinden zich in de deklaag of in het eerste watervoerende pakket.

Tevens is ons bekend dat ten behoeve van de aanleg van de spoortunnel recentelijk een aanvraag is ingediend voor de bijbehorende (grootschalige tijdelijke) grondwateronttrekking.

Verontreinigingen

In de Trajectnota/MER A4 Delft-Schiedam [Lit. 8] zijn ernstige bodemverontreinigingen in Delft en omgeving weergegeven. Uit de kaarten in dit rapport blijkt dat er in de directe omgeving van het terrein van de TUD geen ernstige verontreinigingen aanwezig zijn.

Gezien de dikte van de deklaag wordt niet verwacht dat verontreinigingen zijn doorgedrongen tot in het eerste watervoerende pakket. Bij toepassing van energieopslag in het tweede of derde watervoerende pakket zal de verplaatsing van eventuele aanwezige verontreinigingen verwaarloosbaar zijn.

De in dit hoofdstuk beschreven belangen zijn in figuur 4.1 weergegeven. In dit figuur is ook het globale hydrologisch invloedsgebied ingetekend (zie ook hoofdstuk 6).

5 Te onderzoeken alternatieven

5.1 Algemeen

In het MER zullen alternatieven worden beschreven die worden vergeleken en beoordeeld op milieuaspecten. Hierbij dienen tenminste het zogenaamde uitgangsalternatief en het meest milieuvriendelijke alternatief worden opgenomen. Er wordt voor gekozen om de alternatieven te baseren op het principe van energieopslag. Ook zal een referentiealternatief worden opgenomen.

5.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

De te beschouwen alternatieven dienen te voldoen aan de volgende uitgangspunten en criteria:

- met het alternatief kan de gevraagde koude en warmte worden geleverd;
- de aan te brengen voorzieningen (bronnen, ondergrondse infrastructuur en overige technische voorzieningen) moeten technisch inpasbaar zijn op het TUD terrein;
- het koude-/warmteopslagsysteem moet technisch realiseerbaar zijn;
- de realisatie en exploitatie moeten economisch haalbaar zijn;
- er mogen geen nadelige geotechnische gevolgen ontstaan (opbarsting of onaanvaardbare zettingen);
- de thermische verliezen moeten beperkt zijn;
- de effecten voor bestaande grondwatergebruikers en de effecten voor de milieucompartimenten (water, bodem en lucht) moeten aanvaardbaar zijn;
- de bestaande energieopslagsystemen (doubletten) van de Bibliotheek, EWI en 3mE blijven gehandhaafd.

5.3 Alternatieven

Referentiealternatief

Voor het referentiealternatief wordt uitgegaan van levering van warmte door middel van de stadswarmte (welke geleverd wordt door de warmtekrachtcentrale van de TUD) en koude door middel van compressiekoelmachines.

Uitgangsalternatief

Voor het uitgangsalternatief wordt uitgegaan van situering van de bronfilters in het tweede watervoerende pakket A. Er zijn verschillende opties mogelijk voor het plaatsen van de bronnen. Uit eerdere MER-studies voor energieopslagprojecten is gebleken dat twee daarvan het meest realistisch zijn, namelijk het plaatsen van de bronnen in stroken of het kruislings plaatsen van de bronnen. Er is weinig verschil in rendementsverlies bij beide opties als gevolg van thermische interactie tussen de bronnen. In dit alternatief is gekozen voor het kruislings plaatsen van de bronnen.

Dit heeft als voordeel dat er meer flexibiliteit in het plaatsen van de bronnen is en de effecten naar de omgeving beperkt worden. Om thermische verliezen te beperken worden telkens twee (warme of koude) bronnen bij elkaar geplaatst.

Dit heeft ook een praktisch en kostentechnisch voordeel. Vanwege de grootte van de gebouwen op het terrein is door het groeperen van de bronnen minder leidingwerk nodig tussen de bronnen en de gebouwen.

Het uitgangsalternatief heeft de volgende kenmerken:

- gestreefd wordt naar een maximale besparing op het gebruik van fossiele brandstoffen voor de opwekking van warmte en koude. In vergelijking met het conventionele systeem met compressie koelmachines en stadswarmte kan een besparing van 90% gerealiseerd worden op de door de energieopslag geleverde energiehoeveelheid;
- de bronnen worden gerealiseerd in het tweede watervoerende pakket A;
- de maximale capaciteit per bron bedraagt 90 m³/uur;
- er worden 31 doubletten (62 bronnen) gerealiseerd (met een capaciteit van 90 m³/uur per bron).

In figuur 5.1 is een bronnenplan voor het voorkeursalternatief weergegeven. In het bronnenplan zijn gebieden gedefinieerd waarin koude en warme bronnen geplaatst worden.

Diep alternatief

Dit alternatief heeft dezelfde configuratie als het uitgangsalternatief, alleen worden de bronfilters dieper gerealiseerd. Vanwege de beperkte capaciteit van het tweede watervoerende pakket B, is gekozen voor gebruik van het derde watervoerende pakket. Doordat alle belangen zich aan maaiveld, in het eerste en in het tweede watervoerende pakket A bevinden, zal de invloed op belangen kleiner zijn dan in het uitgangsalternatief. Door het dieper positioneren van de bronfilters zijn de kosten voor de aanleg van de energieopslagsystemen echter hoger dan bij het uitgangsalternatief.

Het diepe alternatief heeft de volgende kenmerken:

- Gestreefd wordt naar een maximale besparing op het gebruik van fossiele brandstoffen voor de opwekking van warmte en koude. In vergelijking met het conventionele systeem met compressie koelmachines en stadswarmte kan een besparing van 90% gerealiseerd worden op de door de energieopslag geleverde energiehoeveelheid;
- De bronnen worden gerealiseerd in het derde watervoerende pakket;
- De maximale capaciteit per bron bedraagt 90 m³/uur;
- Er worden 31 doubletten (62 bronnen) gerealiseerd (met een capaciteit van 90 m³/uur per bron).

In figuur 5.1 is het bronnenplan weergegeven. Het enige verschil met het voorkeursalternatief is dat de bronfilters op een grotere diepte worden geplaatst.

Monobron alternatief

Bij dit alternatief wordt gebruik gemaakt van monobronnen. Bij een monobron wordt het warme en het koude filter boven elkaar in één boorgat geplaatst. De filters van de monobron worden in het tweede watervoerende pakket geplaatst. Om thermische interactie tussen de het warme en het koude filter te voorkomen wordt het bovenste filter gerealiseerd in het tweede watervoerende pakket A en het onderste filter in het tweede watervoerende pakket B.

Door gebruik te maken van monobronnen is er meer vrijheid in de keuze van de locaties van de bronnen. De bronnen kunnen namelijk zonder problemen dicht bij elkaar worden geplaatst, omdat de warmte en de koude op verschillende dieptes worden opgeslagen. Hierdoor kan beter gebruik gemaakt worden van de ruimte die aan maaiveld beschikbaar is. De koude en warme filters worden in grote clusters geplaatst om thermische verliezen te beperken. Om de invloed op belangen te beperken zullen de clusters kruislings of in banen geplaatst worden. De uiteindelijke hoeveelheid clusters zal bepaald worden op basis van de optredende invloed op de omgeving.

Het monobron alternatief heeft de volgende kenmerken:

- gestreefd wordt naar een maximale besparing op het gebruik van fossiele brandstoffen voor de opwekking van warmte en koude. In vergelijking met het conventionele systeem met compressie koelmachines en stadswarmte kan een besparing van 90% gerealiseerd worden op de door de energieopslag geleverde energiehoeveelheid;
- de bronnen worden gerealiseerd in het tweede watervoerende pakket A en B;
- vanwege de beperkte opslagcapaciteit van het tweede watervoerende pakket B bedraagt de maximale capaciteit per bron 50 m³/uur;
- er worden 56 monobronnen gerealiseerd (met een capaciteit van 50 m³/uur per monobron).

In figuur 5.2 is een mogelijk bronnenplan van het monobron alternatief weergegeven. In het bronnenplan zijn gebieden gedefinieerd waar de warme of koude filters bovenin het pakket geplaatst moeten worden. De uiteindelijke hoeveelheid clusters zal bepaald worden op basis van de optredende invloed op de omgeving.

Meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)

In bovenstaande drie alternatieven is gevarieerd met de diepte, de soort en de configuratie van de bronnen. Op basis van een afweging van de effecten van elk alternatief zal één van de alternatieven gekozen worden als het meest milieuvriendelijk alternatief.

5.4 Werkwijze

5.4.1 Algemeen

De effecten van de verschillende alternatieven worden op een overzichtelijke en eenduidige wijze gepresenteerd, zodat een goede afweging gemaakt kan worden. Om dit te kunnen doen worden de volgende werkzaamheden voor elk alternatief uitgevoerd:

- er wordt aandacht besteed aan de hydrologische effecten van de alternatieven en aan de hiervan afgeleide effecten (bijvoorbeeld wateroverlast, effect op natuurgebieden, zetting, overige grondwatergebruikers);
- aan de hand van een gevoeligheidsanalyse wordt een vertaalslag gemaakt van de bandbreedte in (hydrologische) modelparameters naar onzekerheden in uitkomsten;
- de gevoeligheidsanalyse wordt niet alleen uitgevoerd op een variatie van afzonderlijke parameters, maar ook wordt een analyse opgenomen van de meest ongunstige combinatie van parameters ("worst case") die nog als realistisch kan worden beschouwd;
- de alternatieven worden uitgewerkt op bereikte energiebesparing / milieurendement;
- er wordt aandacht besteed aan de thermische effecten (o.a. invloedsgebied en effect op bestaande energieopslagsystemen) en het thermisch functioneren van de alternatieven;

- er zal een afweging worden gemaakt tussen de hydrologische en thermische effecten, de bereikte energiebesparing en de globale investeringskosten van de alternatieven;
- er wordt duidelijk aangegeven hoe de verschillende effecten zijn gewogen en beargumenteerd;
- de afwegingen die tot de (optimale) bronlocaties leiden worden helder beschreven.

5.4.2 Berekeningen

Hydrologisch

Voor de berekening van de hydrologische effecten zal gebruik worden gemaakt van het hydrologische computerprogramma MLU (Multi-Layer Unsteady state). Het programma berekent analytisch de stroming in watervoerende pakketten. Informatie over MLU is te vinden op: www.microfem.com. De modelparameters zullen worden gebaseerd op reeds uitgevoerde modelstudies in de regio aangevuld met gegevens van beschikbare boringen (DINOLoket), REGIS en informatie van gerealiseerde energieopslagsystemen. De bandbreedte van de hydrologische parameters zal worden beargumenteerd. Zowel een "real-case" als een "cumulatieve worst-case" (alle hydrologische parameters "worst-case") zal doorgerekend worden.

Hydrothermisch

Voor de berekeningen van de thermische effecten wordt gebruik gemaakt van het hydrothermische computerprogramma HstWin-2D. Specifieke thermische modelparameters worden op basis van boorbeschrijvingen bepaald. Overige parameters worden conform de hydrologische MLU-berekeningen ingevoerd.

5.4.3 Kwalitatieve effectenbeschrijving

De overige effecten (zoals effecten op grondwateronttrekkingen, verontreinigingen, andere energieopslagprojecten, natuur en grondwaterchemie) zullen kwalitatief worden beschreven, tenzij berekeningen noodzakelijk zijn om de invloed van de beoogde energieopslag op overige belangen nader te kwantificeren.

6 Te verwachten effecten

6.1 Effect op hydrologie en hydrochemie

Door het onttrekken en infiltreren van grondwater zal de stijghoogte en grondwaterstand op en in de omgeving van de TUD worden beïnvloed. Veranderingen in stijghoogten kunnen gevolgen hebben voor de uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater en tussen grondwater in verschillende watervoerende lagen. Als de stijghoogte toeneemt, kan grondwaterkwel worden veroorzaakt en bij een afname van de stijghoogte neemt de infiltratie toe. Doordat, afhankelijk van het seizoen, afwisselend onttrokken en geïnfiltreerd wordt, zullen de lokale stijghoogten van het grondwater per seizoen verschillen.

Om een indruk te krijgen van de te verwachten invloedstraal van de hydrologische effecten zijn oriënterende hydrologische berekeningen uitgevoerd met MLU. De invloedstraal is gedefinieerd als de afstand tot de lijn waar een stijghoogteverandering van meer dan 5 cm kan optreden gerekend vanaf de buitenste bronnen. Er zijn berekeningen uitgevoerd voor het uitgangsalternatief. Verwacht wordt dat de hydrologische invloed van het diepe en het monobron alternatief kleiner zal zijn als van het uitgangsalternatief. Uitgangspunt bij de hydrologische berekeningen is dat alle bronnen gerealiseerd worden (de totale capaciteit inclusief bestaande energieopslagsystemen bedraagt 2.806 m³/uur) en dat de bronnen "worst-case" worden geplaatst.

Uit indicatieve stationaire berekeningen met het hydrologische computerprogramma MLU blijkt dat de invloedsstraal van het uitgangsalternatief in het tweede watervoerende pakket A ongeveer 3 km is (zie figuur 4.1). De maximale verandering van de stijghoogte in het tweede watervoerende pakket A is volgens de berekeningen 7,5 m ter plaatse van de bronnen. De maximale verandering van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket bedraagt minder dan 75 cm. Het invloedsgebied is in dit pakket nagenoeg gelijk aan het invloedsgebied in het tweede watervoerende pakket A. De maximale verandering van de stijghoogte in het derde watervoerende pakket en de freatische grondwaterstand is kleiner dan 5 cm. Deze stationaire berekeningen zijn "worst-case". Ze zijn gebaseerd op een situatie waarbij oneindig lang één kant op wordt onttrokken en geïnfiltreerd met het maximale debiet door alle systemen tegelijkertijd. Tevens draait ieder halfjaar de stromingsrichting om: in de zomer wordt onttrokken aan de koude bronnen en geïnfiltreerd in de warme bronnen en in de winter wordt onttrokken aan de warme bronnen en geïnfiltreerd in de koude bronnen. In werkelijkheid zal de stationaire situatie daardoor niet optreden.

Op basis van deze resultaten van de berekende grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen worden geen negatieve effecten op het huidige lokale stromingspatroon (wegzijgings- en kwelstromingen) en op belangen van grondwatergebruikers en natuur in de omgeving verwacht.

Als gevolg van de onttrekking en infiltratie zal menging van grondwater optreden. Als zich in het tweede watervoerende pakket een gradiënt bevindt in grondwatersamenstelling, zal deze binnen het filtertraject van de bronnen teniet worden gedaan. Bij grensvlakken tussen verontreinigd en niet-verontreinigd grondwater of een zoet-/brakgrens is dit bezwaarlijk. Aangezien ter plaatse van het TUD terrein in het tweede en derde watervoerende pakket geen zoet-/brakgrens voorkomt en geen verontreinigingen bekend zijn, wordt menging van grondwater in het tweede watervoerende pakket niet als nadelig gezien.

6.2 Effect op grondwater- en bodemtemperatuur

Door de opslag van warm en koud grondwater ontstaan in het gebruikte watervoerende pakket temperatuurverschillen. De minimale en maximale gemiddelde infiltratietemperaturen bedragen respectievelijk 8°C en 17°C, de absolute maximale infiltratietemperatuur mag volgens het beleid van de provincie Zuid-Holland 30°C bedragen. Rondom de (clusters van de) koude en warme bronfilters zullen in het gebruikte watervoerende pakket bellen ontstaan van respectievelijk koud en warm water.

Uit indicatieve berekeningen die zijn gemaakt met het computerprogramma HstWin-2D blijkt dat het beïnvloedingsgebied (het gebied waarbinnen de temperatuur meer dan 0,5 °C afwijkt van de natuurlijke grondwatertemperatuur) van het uitgangsalternatief beperkt blijft tot het TUD terrein en haar directe omgeving.

Bij de positionering van de bronnen voor de TUD wordt rekening gehouden met de bestaande energieopslagsystemen op het TUD terrein en in de omgeving. In de buurt van de warme bronnen van de bestaande systemen worden warme bronnen voor de TUD geplaatst. Hetzelfde geldt voor de koude bronnen. Negatieve effecten op de onttrekkings-temperaturen bij bestaande energieopslagprojecten in de omgeving (en vice versa) treden derhalve niet op.

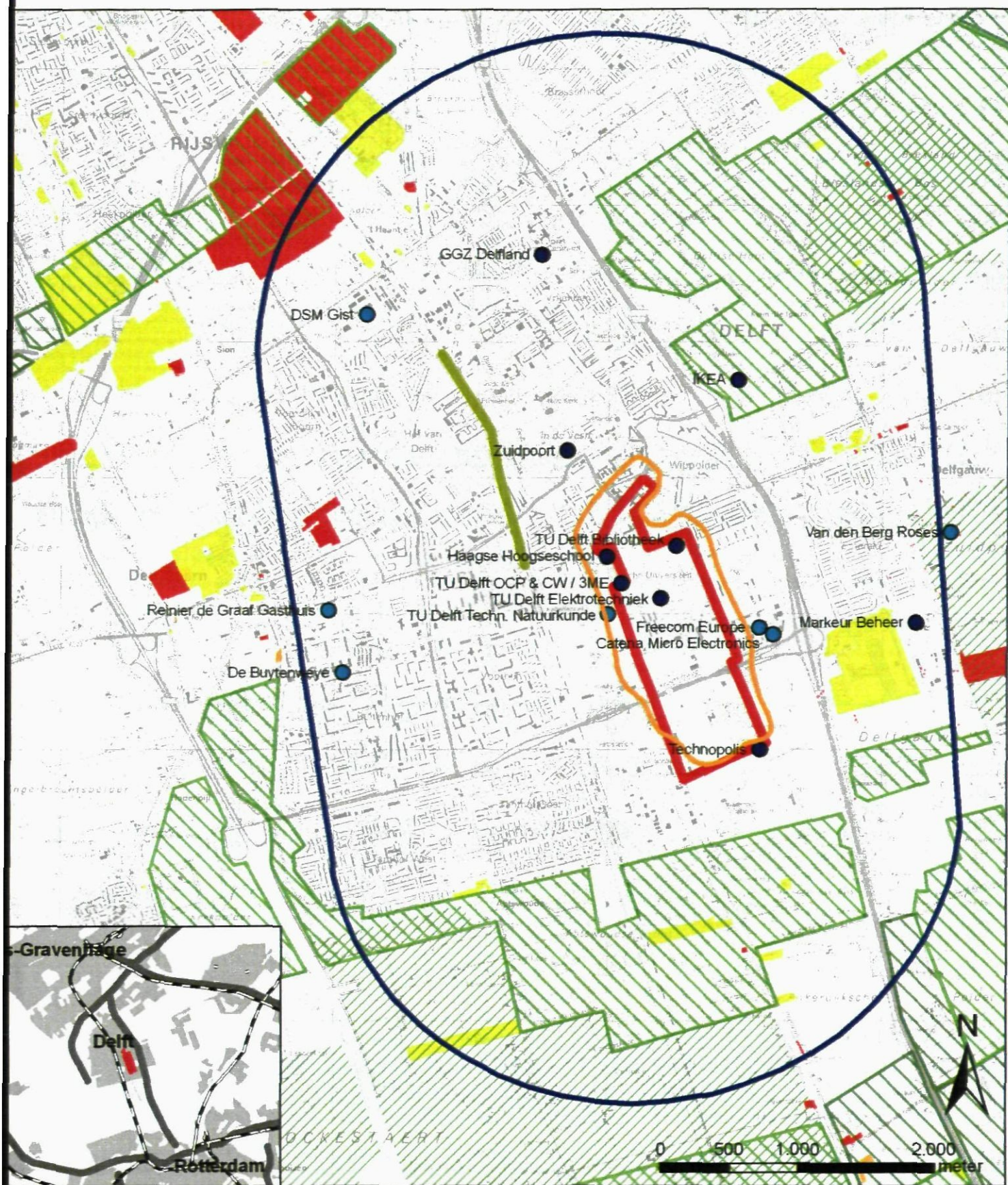
Boven het opslagpakket bevinden zich de eerste scheidende laag, het eerste watervoerende pakket en de deklaag. Op basis van ervaringen en metingen bij energieopslagprojecten in de omgeving worden aan het maaiveld geen meetbare temperatuurveranderingen verwacht. Thermische effecten op aanwezige flora en fauna aan het maaiveld en overige grondwatergebruikers in de omgeving worden dan ook niet verwacht.

Een verandering van de temperatuur van het grondwater kan het evenwicht van chemisch reacties veranderen. 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). Grondwater in Nederland heeft veelal een zeer laag AOC-gehalte. Dit verklaart mede de lage microbiologische activiteit die geconstateerd is bij in Nederland uitgevoerde energieopslagprojecten. Gezien de afwezigheid van veen in het filtertraject wordt geen verhoogd AOC-gehalte verwacht. Gezien de geringe temperatuurverschillen en de lage AOC-gehalte bij dit project worden hiervan geen significante effecten verwacht op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater. De veranderingen zijn in het algemeen kleiner dan de natuurlijke variatie van de kwaliteit van het toestromende grondwater.

Literatuur

- [1] Infomil, 2003 - Herziene handleiding milieueffectrapportage (m.e.r.).
- [2] Provincie Zuid-Holland, 2009 - Provinciaal Waterplan Zuid-Holland 2010-2015.
- [3] IWACO, 1986 - Geohydrologisch onderzoek grondwaterwinning Gist - brocades Delft. Bijlage III. IWACO. Rotterdam.
- [4] IWACO, 1999 - Effecten van stopzetten grootschalige onttrekkingen in de provincie Zuid-Holland. Eindrapportage. Rotterdam.
- [5] Boswinkel, ir. J.A. en Ritsema, drs. I.L., 1984 - Grondwaterkaart van Nederland. Rotterdam 37 West, 37 Oost. Inventarisatierapport. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft/Oosterwolde.
- [6] Boswinkel, ir. J.A. en Cornelissen, ing. C.M.L., 1980 - Grondwaterkaart van Nederland 's-Gravenhage 30D, 30 Oost, Utrecht 31 West. Inventarisatierapport. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft.
- [7] Stolk, P., 2000 - Analyse van temperatuurmetingen in de Nederlandse ondergrond (20-300 m beneden maaiveld) in relatie tot hydrologische en meteorologische omstandigheden in heden en verleden. IF Technology/Vrije Universiteit. Arnhem en Amsterdam.
- [8] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007 - Trajectnota/MER A4 Delft-Schiedam.

Figuren



Legenda

- hydrologisch invloedsgebied
- thermisch invloedsgebied
- toekomstig tunneltracé
- natuur**
- bestaande natuur
- nieuwe natuur
- weidevogelgebied

grondwatergebruikers

- watervoerende pakket 1
- watervoerende pakket 2

bodemsaneringslocaties

- Ernstig verontreinigd, onderzoek gewenst
- Ernstig verontreinigd, sanering gewenst
- Ernstig verontreinigd, sanering in behandeling

Omgevingsbelangen

Project: startnotitie TU Delft

Referentie: 57466/CD

Datum: 12-02-2010

Status: definitief

Figuur: 4.1





Legenda

- zoekgebied warme bron
- zoekgebied koude bron

Bronnenplan voorkeurs- en diepe alternatief

Project: startnotitie TU Delft

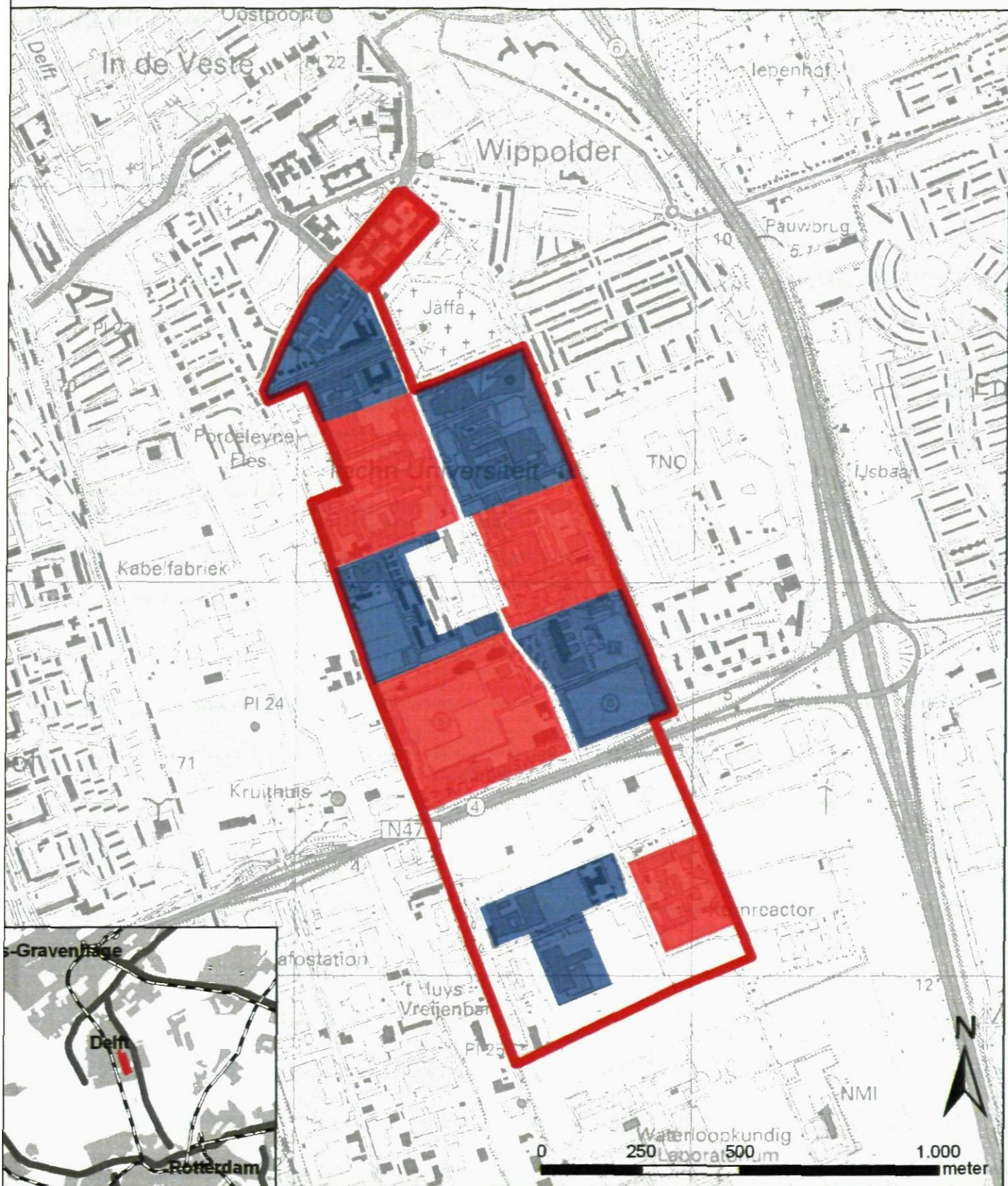
Referentie: 57466/CD

Datum: 19-05-2010

Status: definitief

Figuur: 5.1





Legenda

- zoekgebied warme filter boven
- zoekgebied koude filter boven

Bronnenplan monobron alternatief

Project: startnotitie TU Delft
Referentie: 57466/CD
Datum: 19-05-2010
Status: definitief
Figuur: 5.2



Bijlage 1

Procedure m.e.r. en vergunning Waterwet

circa 4 weken = ingeschatte termijn (van 4 weken)

9 weken = wettelijke termijn (van 9 weken)

