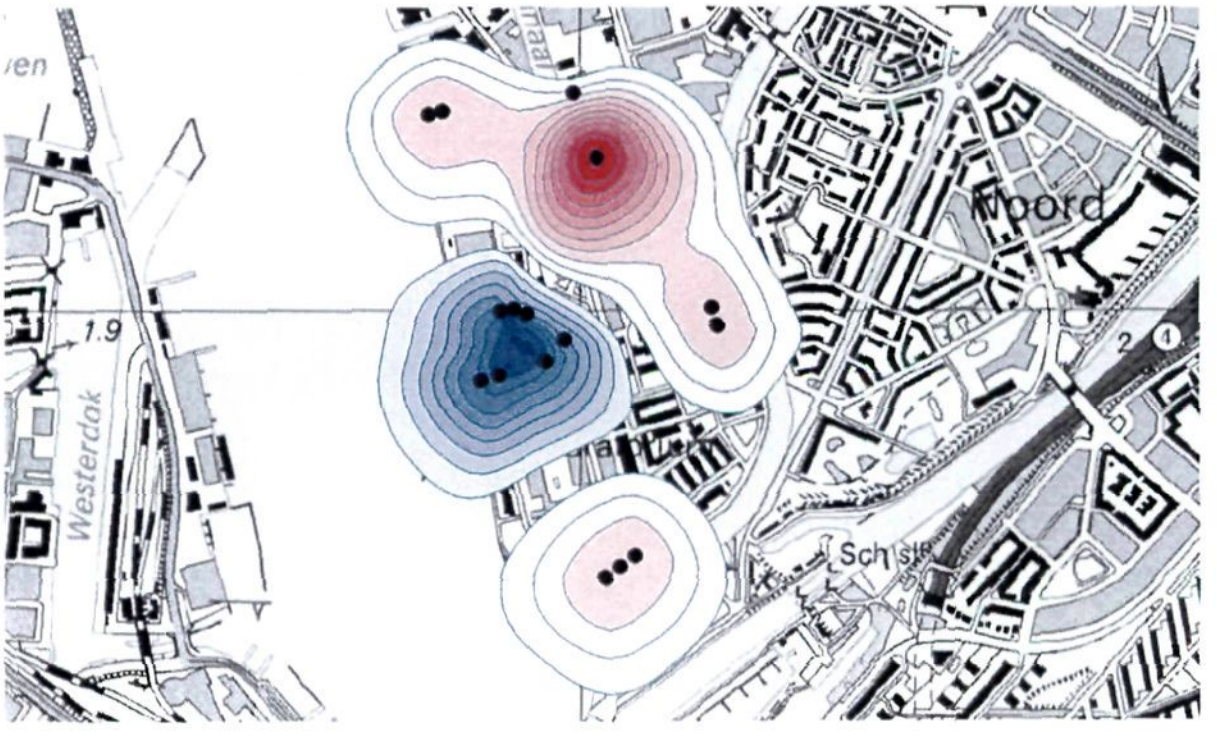
1462 48

Koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Milieu Effect Rapportage



if

146248

Koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Milieu Effect Rapportage

Opdrachtgever

GTI
Zekeringstraat 1
Postbus 2662
1000 CG AMSTERDAM
T 020 - 586 18 00
F 020 - 586 18 10
Contactpersonen: dhr. J. Molenaar
dhr. W. van den Kieboom

Adviseur

IF Technology bv
Frombergstraat 1
Postbus 605
6800 AP ARNHEM
T 026 - 443 15 41
F 026 - 446 01 53
E info@iftechnology.nl
Contactpersonen: ir. G. Bakema
dhr. B.J. de Zwart
drs. B.C. Drijver

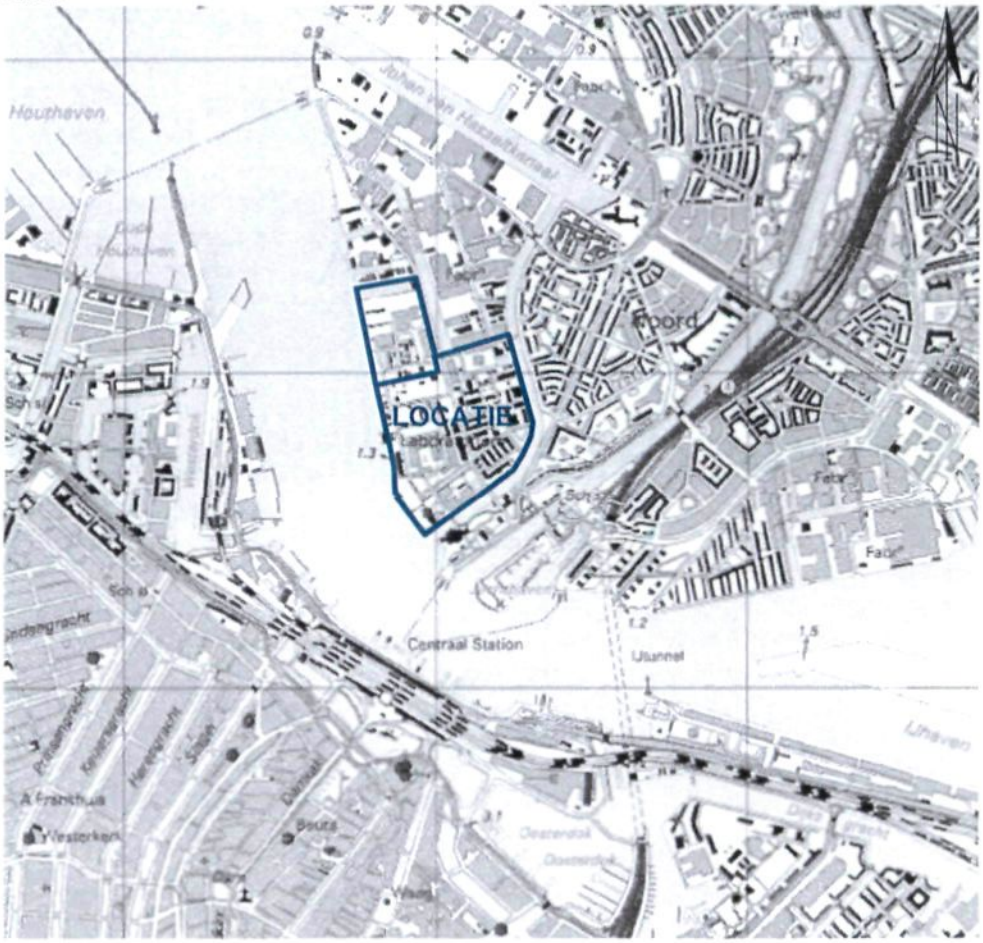
1/55322/BZ
29 september 2006

if technology

Samenvatting

Herontwikkeling

Aan de noordelijke oever van het IJ in Amsterdam ter hoogte van het Centraal Station ligt Overhoeks, het voormalige terrein van het Shell Research and Technology Centre Amsterdam. Het terrein heeft een oppervlakte van 27 hectare. De activiteiten van Shell worden geconcentreerd op het noordwestelijk deel van Overhoeks, waar Shell het New Technology Centre (NTC) zal realiseren. Doel van het NTC is het ontwikkelen en testen van technologie voor duurzame energieopwekking. Voor het NTC heeft Shell slechts 7 van de 27 hectare nodig. De overige 20 hectare van Overhoeks zullen door ING Real Estate en de Gemeente Amsterdam worden herontwikkeld tot stedelijk woon-/ werkgebied.



Duurzaamheid

Om deze ontwikkeling duidelijk te positioneren wordt ernaar gestreefd om het gebied op een bedrijfsmatig verantwoorde wijze "duurzaam" te ontwikkelen. Op basis van een studie naar diverse energievoorzieningsconcepten [Lit. 1] is gekozen voor een koude-/warmteopslagsysteem in combinatie met warmtepompen en pieklastketels. Hiermee wordt een besparing beoogd van 44% op het gebruik van fossiele brandstoffen in vergelijking met een conventioneel systeem met compressie-koelmachines en HR-ketels.

Uit de EPC berekeningen van het Shell NTC gebouw en van de woningen voor fase 1 van het Overhoeks terrein blijkt dat de energieprestaties van de gebouwen voldoen aan de wettelijke energieprestatie-eisen door toepassing van koude-/warmteopslag en warmtepompen. Indien de koude-/warmteopslag en de warmtepompen worden uitgevoerd met HR-ketels en koelmachines, voldoen de gebouwen zonder aanvullende bouwkundige maatregelen niet aan de vereiste energieprestatiecoëfficiënt (EPC).

Uitgangspunten koude-/warmteopslagsysteem

Het koude-/warmteopslagsysteem zal ondergronds bestaan uit zeven koude en zeven warme bronnen met een totale capaciteit van 1.600 m³/uur. De bronfilters zullen worden geplaatst tussen de 95 en 180 meter beneden maaiveld (m-mv). In het winterseizoen wordt ongeveer 1,6 miljoen m³ grondwater onttrokken aan de warme bronnen en, na gebruik voor verwarming en afkoeling tot circa 7 °C, in de koude bronnen geïnfiltreerd. In het zomerseizoen wordt ongeveer 2,0 miljoen m³ grondwater onttrokken aan de koude bronnen en, na gebruik voor koeling en opwarming tot circa 15 °C, geïnfiltreerd in de warme bronnen.

Alternatieven

In de MER zijn drie alternatieven met koude-/warmteopslag vergeleken met de referentiesituatie, bestaande uit een conventioneel systeem met compressie-koelmachines en HR-ketels. In elk van de drie alternatieven zijn de locaties van de bronnen anders gekozen. Voor de koude-/warmteopslag voor het NTC is al een vergunning Grondwaterwet verleend. De locaties van de bronnen voor het NTC (2 warme en 2 koude bronnen) liggen al vast. De overige bronnen van het koude-/warmteopslagsysteem kunnen op verschillende manieren in het terrein worden gepositioneerd. De locaties van de bronnen voor de drie alternatieven zijn hieronder weergegeven:

Er zal vergunning worden aangevraagd voor alternatief 3.

Bodem en water

De bodem op de locatie bestaat uit drie watervoerende pakketten. Doordat de tweede scheidende laag niet continu aanwezig is, vormen het tweede en het derde watervoerende pakket één geheel. Het koude-/warmteopslagsysteem is gepland in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket. Boven het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket bevindt zich de eerste scheidende laag, een 30 m dikke kleilaag met een sterk afdichtende werking. Het grondwater in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket stroomt in zuidelijke richting met een snelheid van ongeveer 5 m/jaar. Het zoet-/brakgrensvlak bevindt zich op circa 20 m-mv aan de basis van de deklaag. Het grondwater in het eerste, tweede en derde watervoerende pakket is zout. De temperatuur van het grondwater in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket is ongeveer 13 °C.

Milieueffecten

Voor de drie alternatieven zijn berekeningen uitgevoerd om de energiebesparing en emissiereductie en de hydrologische, grondmechanische en thermische invloed van het koude-/warmteopslagsysteem in te schatten.

Energiebesparing en emissies

Op basis van de energetische uitgangspunten zijn de milieueffecten in de vorm van de vermindering van primair energieverbruik en uitstoot van CO_2 berekend. Hierbij worden de onderzochte alternatieven vergeleken met de referentie variant waarbij de verwarming en koeling plaatsvindt met gasgestookte CV ketels en elektrisch aangedreven koelmachines.

Indien met de duurzame energievoorziening jaarlijks 12.723 MWh_t koude en 26.139 MWh_t warmte wordt geleverd bedraagt de besparing in primair energieverbruik circa 57.134 GJ/jaar (41%) ten opzichte van de referentievariant. De reductie in uitstoot van CO_2 bedraagt op jaarbasis 2.926 ton (35%).

Om de gevoeligheid aan te tonen van de te behalen energiebesparing en CO_2 emissiereductie, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij in kaart is gebracht welke factoren van invloed zijn op de energiebesparing. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat met name het energetisch functioneren van de warmtepomp en de bijdrage van de warmtepomp in het energieconcept een belangrijke invloed heeft op de te behalen energiebesparing.

Hydrologische effecten
Uit de hydrologische berekeningen volgt dat de invloed in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket reikt tot respectievelijk 5.800 m (alternatief 1), 2.500 m (alternatief 2) en 3.050 m (alternatief 3) van de bronnen. De afdichtende werking van de eerste scheidende laag zorgt ervoor dat de hydrologische effecten in de deklaag voor alle alternatieven kleiner dan 5 cm zijn. Ook in het eerste watervoerende pakket is de maximale invloed voor alle alternatieven niet groter dan 5 cm. Er zijn daardoor geen effecten op natuurwaarden, grondwaterverontreinigingen, archeologische waarden en de overgang van zoet naar zout grondwater. Ook worden geen grondwaterstandverlagingen (risico's met betrekking tot paalrot) of grondwaterstandverhogingen (kan leiden tot grondwateroverlast) veroorzaakt.
Alleen andere grondwatergebruikers in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket kunnen door de koude-/warmteopslag worden beïnvloed. Het gaat hierbij om een aantal andere koude-/warmteopslagsystemen (NDSM-Werf, Passengers Terminal, Oosterdokseiland, Stadhuis en Czaar Peter Complex) en een nabijgelegen onttrekking/infiltratie van Van Leer. De stijghoogteveranderingen bij andere koude-/warmteopslagsystemen in de omgeving blijven beperkt tot maximaal 13 cm bij alternatief 2 en 3. Bij alternatief 1 zijn de hydrologische effecten groter (maximaal 26 cm), maar niet belemmerend voor de andere koude-/warmteopslagsystemen. De maximale invloed op de stijghoogte ter hoogte van de nabijgelegen onttrekking en infiltratie van Van Leer bedraagt 42 cm (alternatief 1), 15 cm (alternatief 2) en 35 cm (alternatief 3). Doordat de effecten in de zomer exact tegengesteld zijn aan de effecten in de winter, is er over het gehele jaar gezien per saldo geen nadelige invloed op het systeem van Van Leer.

Grondmechanische effecten
Uit de grondmechanische berekeningen volgt een maximale zetting (inklinking van bodemlagen) van 5,7 mm bij de bronnen. De verschilzetting binnen 10 m van de bronnen bedraagt maximaal 1 m per 17.000 m. Deze zetting en de daarmee gepaard gaande verschilzetting zal geen schade aan gebouwen, funderingen, wegen of constructies veroorzaken.

Thermisch
De thermische berekeningen wijzen uit dat een temperatuurverandering van 0,5 °C onder invloed van de koude-/warmteopslag na 20 jaar mogelijk is tot maximaal 210 m (alternatief 1), 195 m (alternatief 2) en 200 m (alternatief 3) van de bronnen.

De enige andere onttrekking die thermisch wordt beïnvloed is de onttrekking/infiltratie van Van Leer. Hier is bij alle drie de alternatieven een (geringe) afname van de temperatuur van het onttrokken water te verwachten ten opzichte van de situatie zonder koude-/warmteopslag. Aangezien het systeem van Van Leer wordt gebruikt voor koeling is deze (geringe) afname een positief effect. De warmtestroom als gevolg van de koude-/warmteopslag aan maaiveld (ca. 0,2 W/m²) is verwaarloosbaar ten opzichte van de dagelijkse in- en uitstraling door de zon (100 à 1.000 w/m²). Er is dan ook geen invloed op flora en fauna aan maaiveld.

Grondwaterkwaliteit
Uit vele onderzoeken en meetprogramma's is gebleken dat bij koude-/warmteopslagsystemen met infiltratietemperaturen tot 40 °C geen noemenswaardige veranderingen in de chemische samenstelling van het grondwater plaatsvinden. Doordat micro-organismen alleen kunnen overleven binnen een zeker temperatuurbereik (veelal ongeveer 30 °C groot) kan een verandering van de grondwatertemperatuur een verschuiving in de microbiologische samenstelling van het grondwater veroorzaken. Gezien de temperatuurverschillen bij dit project is er geen significante invloed van de temperatuurverandering op de grondwaterkwaliteit te verwachten. Menging van grondwater van verschillende diepte kan een merkbaar effect op de grondwaterkwaliteit hebben, maar heeft in dit geval geen nadelige invloed omdat het grondwater in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket alleen zout grondwater voorkomt.

Vergelijking van de alternatieven

Alternatief 1 heeft als belangrijkste voordeel het thermisch functioneren. De koude bronnen en ook de warme bronnen zijn zo veel mogelijk bij elkaar geplaatst, waardoor grote koude en warme bellen ontstaan. De interactie tussen de koude bel en beide warme bellen is relatief klein, zodat de verliezen van koude en warmte gering zijn. Het systeem is minder gevoelig voor klimatologisch afwijkende jaren, met name ten opzichte van alternatief 2. Als bijvoorbeeld een relatief warme winter en een relatief warme zomer elkaar opvolgen zal de onttrekkingstemperatuur aan het einde van het zomerseizoen minder zijn opgelopen dan bij alternatief 2.
Het belangrijkste nadeel van alternatief 1 is dat de hydrologische effecten duidelijk groter zijn dan bij de andere alternatieven. Hoewel de hydrologische effecten op de omgeving niet hinderlijk zijn, is het gewenst het invloedsgebied zo veel mogelijk te beperken.

Het belangrijkste voordeel van alternatief 2 zijn de relatief kleine hydrologische en thermische effecten. Nadeel is echter dat er meer interactie is tussen de koude en warme bellen in de ondergrond, waardoor grotere verliezen van koude en warmte optreden. Bij alternatief 2 moet daarom meer grondwater worden verplaatst om dezelfde hoeveelheid koude en warmte te kunnen leveren. Alternatief 2 is gevoeliger voor afwijkingen in het klimaat dan de alternatieven 1 en 3. Aan het einde van een warme zomer met daaraan voorafgaand een warme winter, zal de onttrekkingstemperatuur verder zijn opgelopen dan bij de alternatieven 1 en 3. In die zin is alternatief 2 minder robuust.

In het derde alternatief (waarvoor vergunning zal worden aangevraagd) zijn de belangrijkste voordelen van de alternatieven 1 en 2 gecombineerd. Thermisch gezien presteert alternatief 3 bijna net zo goed als alternatief 1 en de hydrologische effecten zijn aanzienlijk kleiner dan die van alternatief 1. Alternatief 3 is daarmee een optimale mix tussen alternatief 1 en 2.

Meest Milieuvriendelijk Alternatief

Om tot het Meest Milieuvriendelijk Alternatief te komen moet een afweging worden gemaakt tussen de verschillende soorten effecten die horen bij de drie alternatieven en de referentiesituatie. Deze afweging is echter subjectief, omdat hierbij "appels en peren" moeten worden vergeleken. Om toch een keuze te kunnen maken is ervoor gekozen de verschillende milieuaspecten een algemeen kwaliteitsoordeel te geven op een schaal van -20 (zeer negatief), 0 (neutraal) tot +20 (zeer positief). De som van de scores geeft aan dat de alternatieven met koude-/warmteopslag duidelijk positief scoren ten opzichte van de referentiesituatie. Het algemene beeld is dat koude-/warmteopslag zorgt voor een belangrijke energiebesparing en emissiereductie. De nadelige milieueffecten die daarbij optreden blijven zeer beperkt. Dit beeld komt overeen met het beleid van de provincie Noord-Holland, waarin koude-/warmteopslag als positief wordt beschouwd.

Uit een vergelijking tussen de alternatieven 1 (score +4), 2 (score +8) en 3 (score +7) onderling, komt alternatief 2 als beste uit de bus en is daarmee het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA). Het verschil tussen het MMA en het alternatief waarvoor vergunning zal worden aangevraagd (alternatief 3), is klein.

Leemten in kennis

Bij het opstellen van de MER zijn geen belangrijke leemten in kennis geconstateerd. Op een aantal punten ontbreekt nog wel enige informatie. Zo is niet bekend of bepaalde archeologische waarden nog in de ondergrond aanwezig zijn en is de ecologische situatie in de omgeving niet voor alle soortgroepen onderzocht. Aangezien er geen grondwaterstandveranderingen te verwachten zijn, is deze informatie niet bepalend voor de milieueffecten.
Verder is niet bekend hoe veel water de koude-/warmteopslag exact zal verplaatsen en wat de bijbehorende gemiddelde infiltratietemperaturen precies zullen zijn. Deze onzekerheden komen voort uit het niet bekend zijn van de werkelijke koude- en warmtevraag en de toekomstige klimatologische omstandigheden. Hiervoor is in de MER een zo goed mogelijke inschatting aangehouden. De eventuele verschillen tussen de inschatting en de praktijk hebben geen significante gevolgen voor de milieueffecten. In het voorstel voor de evaluatie is monitoring van de verplaatste waterhoeveelheden en de infiltratietemperaturen opgenomen.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 12
1.1 Algemeen 12
1.2 Leeswijzer 13

2 Hoofdpunten richtlijnen m.e.r. 14

3 Achtergrond, doel en besluitvorming 15
3.1 Projectinformatie 15
3.2 Doelstelling 16
3.3 Energetische uitgangspunten 17
3.4 Besluitvorming 19

4 Voorgenomen activiteit en alternatieven 23
4.1 Principe energievoorziening 23
4.2 Koude-/warmteopslagsysteem 28
4.3 Referentiesituatie en alternatieven 33
4.4 Energieprestatie 40

5 Bestaande milieutoestand, autonome ontwikkeling en gevolgen voor het milieu 42
5.1 Studiegebied 42
5.2 Bodem en water 47
5.2.1 Bodemopbouw 47
5.2.2 Geohydrologische parameters 53
5.2.3 Grondwaterstroming/grondwaterstand 55
5.2.4 Grondwaterkwaliteit en -temperatuur 58
5.2.5 Andere grondwateronttrekkingen 58
5.2.6 Bodem- en grondwaterverontreinigingen 59
5.3 Natuur en landschap 60

6 Milieu-effecten van de koude-/warmteopslag 62
6.1 Energieverbruik en emissies 62
6.2 Hydrologische effecten 66
6.2.1 Uitgangspunten 66
6.2.2 Scenarios 69
6.2.3 Resultaten van de hydrologische berekeningen 70
6.3 Gevolgen van de hydrologische effecten 77
6.3.1 Invloed op andere onttrekkingen 77
6.3.2 Invloed op gevoelige bebouwing en infrastructuur 78
6.3.3 Invloed op archeologische en aardkundige waarden 78
6.3.4 Invloed op het zoet-/brakgrensvlak 78
6.3.5 Invloed op natuurwaarden 78
6.3.6 Grondwateroverlast 79
6.3.7 Invloed op bodem en grondwaterverontreinigingen 79
6.3.8 Zettingen 80

6.4 Thermische effecten 82
6.4.1 Uitgangspunten 82
6.4.2 Resultaten van de thermische berekeningen 84
6.5 Gevolgen van thermische effecten 89
6.5.1 Invloed op andere onttrekkingen 89
6.5.2 Invloed op natuurwaarden 89
6.6 Effecten op de waterkwaliteit 91
6.6.1 Invloed van de temperatuur 91
6.6.2 Menging van watertypen 92
6.6.3 Invloed van het grondwatersysteem 92
6.6.4 Gebruik van chemicaliën bij spuien 93
6.7 Gevolgen voor ondergronds ruimtegebruik 93
6.8 Hersteltijd van het grondwatersysteem 95

7 Beoordeling van de alternatieven 99
7.1 Vergelijking van de alternatieven 99
7.2 Optimalisatiemogelijkheden 100

8 Leemten in informatie 101

9 Voorstel evaluatieprogramma 102

Literatuurlijst 103

Afkortingen en verklarende woordenlijst 105

Bijlagen:

1 *Principeschema energiecentrale*
2 Voorstel bronlocaties (variant 3) en leidingtracé
3a EPC Berekening Shell NTC met koude-/warmteopslag
3b EPC Berekening Shell NTC zonder koude-/warmteopslag
3c EPC Berekening woonblok A-1-1 met koude-/warmteopslag
3d EPC Berekening woonblok A-1-1 zonder koude-/warmteopslag
4 Overzicht monumenten
5 Boorbeschrijvingen
6 Resultaten grondwateranalyse
7 Bodemtemperatuurmeting
8 Beschermde en bedreigde dier- en plantensoorten
9 Berekening van de zetting (Koppejan)
10 Beschrijving tijdsafhankelijke zettingsberekening

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In 2002 is een principe akkoord bereikt tussen de Gemeente Amsterdam, Shell International Chemicals (Shell) en ING Real Estate (ING) over de herstructurering van het Overhoeks terrein; het voormalige terrein van het Shell Research and Technology Centre Amsterdam (SRTCA).

Met dit principe akkoord is de ontwikkeling op gang gekomen van zowel een nieuwe woonwijk als, daaraan grenzend, een bedrijventerrein waar technologie voor duurzame energieopwekking ontwikkeld en getest zal worden. Om deze ontwikkeling duidelijk te positioneren wordt ernaar gestreefd om het gebied op een bedrijfsmatig verantwoorde wijze "duurzaam" te ontwikkelen. Een belangrijke component hierin vormt het toepassen van duurzame energiesystemen voor het nieuwe woon-/werkgebied.

Figuur 1.1 Impressie Overhoeks

In 2003 is een studie afgerond naar diverse energievoorzieningsconcepten voor het NTC-en Overhoeks [Lit. 1]. Uit deze studie kwam de variant met warmtepompen en koude-/warmteopslag als meest gunstige energieconcept naar voren. Op basis van deze studie is besloten om een energievoorziening te realiseren met koude-/warmteopslag en warmtepompen.

De toepassing van koude-/ warmteopslag in de bodem is op deze schaal vergunningplichtig in het kader van de vergunning grondwaterwet. De Provincie Noord-Holland is in deze het bevoegd gezag. Het voornemen om koude-/ warmteopslag in de bodem toe te passen is in vroeg stadium besproken met de Provincie. Daaruit blijkt dat de toepassing van koude-/ warmteopslag goed past binnen het beleid van de Provincie. De Provincie staat positief tegenover de toepassing van koude-/ warmteopslag in de bodem.

Voor de realisatie van het koude-/ warmteopslagsysteem voor het NTC gebouw is in juli 2004 een vergunning aangevraagd. De Provincie heeft hiervoor reeds een beschikking afgegeven. Omdat de energievoorziening in de nabije toekomst verder wordt uitgebreid, wordt voor het gehele Overhoeks terrein een vergunning aangevraagd voor een koude-/ warmteopslagsysteem. Deze vergunning komt in de plaats van de reeds afgegeven vergunning voor het NTC gebouw. De verpompte grondwaterhoeveelheden zullen voor het gehele Overhoeks terrein hoger uitkomen dan 3 miljoen m^3 per jaar. Daarmee is de omvang van de koude-/warmteopslag, op grond van categorie C 15.2 van de bijlage van het Besluit m.e.r., m.e.r.-plichtig.

Het voorliggende document betreft de MER voor het Overhoeks terrein in Amsterdam.

1.2 Leeswijzer

Voorliggende MER geeft een onderbouwing vanuit de milieueffecten voor (de keuze van) het alternatief waarvoor een vergunning Grondwaterwet zal worden aangevraagd.

Het rapport is onderverdeeld in een aantal hoofdstukken. Hoofdstuk 2 geeft de hoofdpunten van de richtlijnen voor de MER weer. In Hoofdstuk 3 is achtergrondinformatie over het project en de bijbehorende besluitvorming opgenomen. Hoofdstuk 4 beschrijft de voorgenomen energievoorziening en de alternatieven die in de MER zijn uitgewerkt. In de hoofdstukken 5 en 6 zijn de geohydrologie, de belangen in de omgeving en de milieueffecten voor de verschillende alternatieven omschreven. Een afweging tussen de alternatieven op basis van milieueffecten is gemaakt in hoofdstuk 7, waarbij tevens het Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA) is vastgesteld. Tot slot gaat hoofdstuk 8 in op de belangrijkste leemten in informatie en wordt in hoofdstuk 9 een voorstel gedaan voor een evaluatieprogramma.

2 Hoofdpunten richtlijnen m.e.r.

De provincie Noord-Holland heeft, op basis van het advies van de m.e.r.commissie, richtlijnen opgesteld voor de m.e.r. De richtlijnen geven aan welke informatie het MER moet bevatten om het mogelijk te maken het milieubelang volwaardig in de besluitvorming mee te wegen.

De provincie Noord-Holland acht de volgende punten in het op te stellen MER voor de warmte- en koudeopslaginstallatie op het SRTCA terrein het meest essentieel:

- De belangrijkste variabele bij het opstellen van de alternatieven is de ruimtelijke situering van de bronnen. De afwegingen die tot de bronlocaties in de verschillende alternatieven leiden, moeten in het MER helder beschreven worden.
- De hydrologische effecten van de alternatieven, alsmede de hiervan afgeleide effecten (bijvoorbeeld wateroverlast, zetting), inclusief een vertaling van de bandbreedte in (hydrologische) modelparameters naar onzekerheden in uitkomsten (met name grondwaterstanden en afgeleide effecten).
- Het MER moet inzicht verschaffen in de positieve energetische effecten van het energiesysteem met opslag in termen van te bereiken energiebesparing, de systeemprestatie (geleverde koude en warmte ten opzichte van het elektriciteitsverbruik van het systeem) met de onzekerheden daarin en de te bereiken verlaging van de energieprestatiecoëfficiënt.
- Bij de invulling van het meest milieuvriendelijke alternatief dienen zowel beperking van de hydrologische effecten als optimalisatie van het energetische effect te worden nagestreefd. Bij de energetische optimalisatie dient het gehele energiesysteem in beschouwing genomen te worden: ook extra bouwkundige en/of installatietechnische maatregelen op gebouwniveau kunnen daarvoor nodig zijn.

Voor meer informatie over de richtlijnen wordt verwezen naar de rapportage van de richtlijnen (zie: http://www.eia.nl/mer/adviezen/a1462rl.pdf).

3 Achtergrond, doel en besluitvorming

3.1 Projectinformatie

Het voormalige SRTCA-terrein (Overhoeks) heeft een oppervlak van circa 27 hectare en wordt over een periode van circa 10 jaar herontwikkeld tot hoogwaardig woon/werk gebied. Hiervoor is door Shell 20 hectare grond verkocht aan de Gemeente. Op dit gebied ontwikkelt ING Real Estate samen met de Gemeente een stedelijk gebied dat ruimte biedt voor wonen, werken en diverse voorzieningen, zoals onderwijs, winkels, horeca, medisch, cultuur en ontspanning. Op de resterende 7 hectare realiseert Shell het New Technology Centre (NTC), waarin Shell haar activiteiten op de locatie voortzet.

Het totale bouwvolume omvat circa 500.0000 m² bruto vloeroppervlak, verdeeld over de volgende functies:

Shell NTC:	89.000 m² bvo
Overhoeks wonen:	308.000 m² bvo
Overhoeks werken:	70.000 m² bvo
Overhoeks overige voorzieningen:	60.000 m² bvo

Het aantal te ontwikkelen woningen bedraagt in de eindsituatie circa 2.200 en bestaat uitsluitend uit gestapelde bouw.

Het totale project wordt gefaseerd gerealiseerd. Het bouwvolume per fase is samengevat in tabel 3.1. De planning is overeenkomstig met het bestemmingsplan.

Tabel 3.1 Overzicht bouwvolume in m² bvo en fasering

	Shell NTC	**Overhoeks fase 1**	**fase 2a**	**fase 2b**	**fase 3**
Planning	2005-2007	2005-2007	2006-2010	2008-2014	2009-2015
NTC gebouw (m² bvo)	89.000				
Wonen (m² bvo)		72.100	29.795	24.100	181.890
Werken (m² bvo)		-	18.870	-	50.230
Overig (m² bvo)		5.140	37.770	-	17.105
Totaal b.v.o.	**89.000**	**77.240**	**86.435**	**24.100**	**249.225**

Het in tabel 3.1 weergegeven overzicht is ter indicatie en onder voorbehoud van onvoorziene omstandigheden en afhankelijk van de marktomstandigheden.

In figuur 3.1 is de fasering weergegeven van het stedenbouwkundig plan van ING.

Figuur 3.1 Fasering plangebied

In het noorden van het Overhoeks terrein wordt het Shell NTC gebouw gerealiseerd. In het midden van Overhoeks komt de campus (fase 1, 2b en 3): een woongebied met appartementengebouwen van 6 tot 9 woonlagen die in groepjes bij elkaar staan. Achter de bestaande Shell-toren "Overhoeks" ligt de strip (fase 2a en een gedeelte van fase 3), hier ligt het accent naast wonen op werken en (stedelijke) voorzieningen.

3.2 Doelstelling

Met de overeenkomst tussen de gemeente Amsterdam, Shell en ING van 2003 is de ontwikkeling op gang gekomen waarbij ernaar gestreefd wordt om het gebied op een bedrijfsmatig verantwoorde wijze duurzaam te ontwikkelen. In 2003 is een studie ("Optimaal energieconcept voor de locatie Shell SRTCA", DHV/AIB, 20 maart 2003, referentie LB/evv/W0297/0008) afgerond naar diverse energievoorzieningsconcepten voor het NTC- en het woon-/werkgebied. Op basis van deze studie is besloten de opwekking van warmte en koude met warmtepompen en pieklastketels in combinatie met een ondergronds koude-/warmteopslagsysteem uit te voeren. Het doel van het project is een optimale koude- en warmtelevering voor het NTC en het woon-/werkgebied uitgaande van een zo laag mogelijk verbruik van energie.

Hiermee wordt beoogd een besparing van 44% te realiseren op het gebruik van fossiele brandstoffen in vergelijking met een conventioneel systeem met compressie-koelmachines en HR ketels.

3.3 Energetische uitgangspunten

Met de energievoorziening wordt op een duurzame manier warmte en koude geleverd aan de woningen en de utiliteit op het Overhoeks terrein.
Het betreft hierbij de levering van:

- warmte voor ruimteverwarming (woningen en utiliteit);
- tapwater verwarming (alleen woningen);
- koeling voor ruimtekoeling (80% van de woningen en utiliteit);
- proceskoeling (alleen NTC gebouw).

Voor het inschatten van de omvang van de energievoorziening en daarmee de omvang van de koude-/ warmteopslag in de bodem is het benodigde vermogen (kW_t) voor verwarming en voor koeling en de jaarlijkse warmte- en koudevraag (MWh_t) van de gebouwen op het Overhoeks terrein ingeschat. Daarbij is gebruik gemaakt van kentallen. De toegepaste kentallen voor de woningen en voor de utiliteit zijn weergegeven in tabel 3.2 en 3.3.

Tabel 3.2 Toegepaste kentallen woningen

Woningen	Aansluitwaarde [kW_t]	verbruik [GJ/woning]
ruimteverwarming	8,7	19,5
warm tapwater	CW4	7,0
koeling	2,0	10,4

Toelichting inschatting:

ruimteverwarming	Aansluitwaarde op basis van 60 W_t/m^2 bvo. Novem rapportage EPC en Energieverbruik Nieuwbouwwoningen (2004), Gemiddeld verbruik tussenwoning EPC ≤ 0,8, tabel 4.4. Toeslag op consumptie in verband met mechanische afzuiging zonder warmteterugwinning (+10%).
warm tapwater	BWK 2002, gemiddeld verbruik 2 persoonshuishouden 2002 toeslag op consumptie in verband met CW 4 (+1,4 GJ/jaar)
koeling	80% van de woningen wordt voorzien van koeling. Aansluitwaarde op basis van 20 W_t/m^2 bvo. Verbruik op basis van 1.000 vollasturen.

Tabel 3.3 Toegepaste kentallen utiliteit

	aansluitwaarde [W/m² bvo]	verbruik [kWh/m² bvo]
ruimteverwarming	60	45
koeling	65	35

Toelichting inschatting:

ruimteverwarming	Kentallen vergelijkbare projecten in combinatie met simulaties van gebouwen
koeling	Kentallen vergelijkbare projecten in combinatie met simulaties van gebouwen

Op basis van de bovengenoemde uitgangspunten en kentallen is de benodigde energiebehoefte per bouwfase bepaald. Deze is weergegeven in tabel 3.4.

Tabel 3.4 Overzicht energiebehoefte per bouwfase

Bouwfasering	vermogens	energievraag
NTC		
warmte	3.900 kW_t	4.900 MWh_t
koude	6.700 kW_t	2.150 MWh_t
proceskoeling	1.150 kW_t	1.308 MWh_t
Fase 1		
warmte woningen	4.326 kW_t	3.667 MWh_t
koude woningen	1.154 kW_t	1.154 MWh_t
Fase 2a		
warmte woningen	1.788 kW_t	1.515 MWh_t
koude woningen	477 kW_t	477 MWh_t
warmte utiliteit	3.398 kW_t	2.549 MWh_t
koude utiliteit	3.682 kW_t	1.982 MWh_t
Fase 2b		
warmte woningen	1.446 kW_t	1.226 MWh_t
koude woningen	386 kW_t	386 MWh_t
Fase 3		
warmte woningen	10.913 kW_t	9.251 MWh_t
koude woningen	2.910 kW_t	2.910 MWh_t
warmte utiliteit	4.040 kW_t	3.031 MWh_t
koude utiliteit	4.377 kW_t	2.357 MWh_t
Totaal		
verwarming	29.811 kW_t	26.139 MWh_t
koeling	20.836 kW_t	12.724 MWh_t

De bovengenoemde energiebehoefte is gebaseerd op het bouwprogramma volgens het bestemmingsplan. Aangezien de bouw over een lange periode wordt gerealiseerd, kunnen in de toekomst wijzigingen in het bouwprogramma optreden. Het is daarom vrijwel ondoenlijk om een exactere inschatting te geven van de energiebehoefte.

3.4 Besluitvorming

Uitgaande dat er een vergunning/ontheffing ex artikel 14 van de Grondwaterwet nodig is, geldt op grond van categorie C 15.2 van de bijlage van het Besluit m.e.r. een m.e.r.-plicht, mits de drempel van 3 miljoen m^3 per jaar in kolom 2 van deze categorie gehaald wordt en het geen bronbemaling bij een bouwput, een bodemsanering of een proefproject voor een waterwinning betreft.

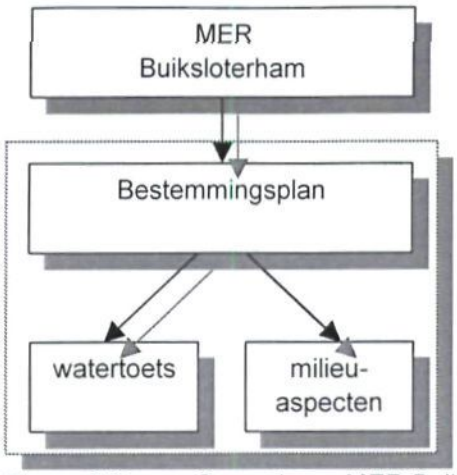
Het onderhavige project betreft een onttrekking en infiltratie van meer dan 3 miljoen m^3 per jaar waarvoor een vergunning in het kader van de Grondwaterwet is vereist. Het betreft geen bronbemaling bij een bouwput, een bodemsanering of een proefproject voor de waterwinning. Derhalve is de grondwateronttrekking en -infiltratie m.e.r.-plichtig. De initiatiefnemers zijn bereid een m.e.r. uit te voeren.

Tijdens het uitvoeren van de m.e.r. is nagegaan in hoeverre het besluit over de vergunning of ontheffing op grond van artikel 14 van de Grondwaterwet procedureel samenhangt met de bestemmingsplanherziening voor de Buiksloterham en ook op de bij deze herziening uit te voeren watertoets.

Ten behoeve van de leesbaarheid worden de volgende termen gebruikt:
- *Bestemmingsplan*: ontwerpbestemmingsplan Overhoeks.
- *MER Buiksloterham*: MER Herinrichting Buiksloterham/Overhoeks Amsterdam.
- *MER koude-/warmteopslag*. MER koude-/warmteopslag Overhoeks Amsterdam.

Bestemmingsplan (ontwerp)
Dit ontwerpbestemmingsplan heette voorheen: Buiksloterham-Zuid. Het plan omvat het gebied waarin ook het Overhoeks terrein is gelegen. Op 3 januari 2006 is het bestemmingsplan voltooid. Op 31 mei 2006 heeft de gemeenteraad van Amsterdam het plan vastgesteld (nummer 107B/221B). Met ingang van 8 juni 2006 ligt gedurende zes weken het plan ter inzage. Voordat het bestemmingsplan is vastgesteld is de MER-procedure Buiksloterham doorlopen.

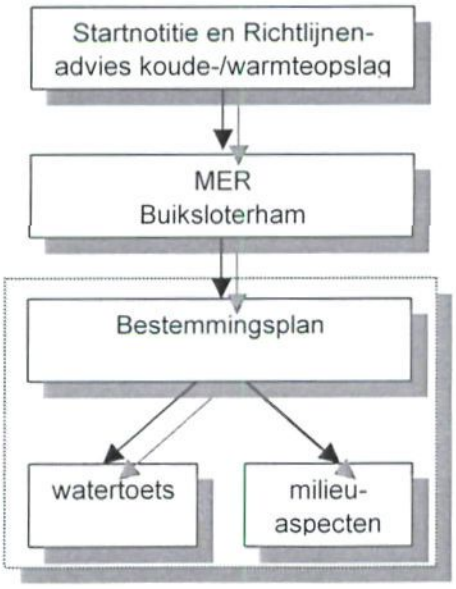
MER Buiksloterham
De Wet Milieubeheer schrijft voor dat bij de bouw van meer dan 4.000 woningen een milieueffectrapportage moet worden geschreven. Voor het gebied Buiksloterham/Overhoeks is dit het geval. In mei 2005 is de MER-rapportage voltooid (I382.2005). Deze rapportage dient als basis voor alle milieuaspecten die in het bestemmingsplan zijn beschreven. Ook de watertoets van het bestemmingsplan is grotendeels gebaseerd op de milieueffectrapportage (zie figuur 3.2).



Figuur 3.2 Samenhang MER Buiksloterham en bestemmingsplan

Procedurele samenhang bestemmingsplan en MER koude-/warmteopslag
Wettelijk gezien is er *geen* procedurele samenhang tussen het bestemmingsplan en de *MER koude-/warmteopslag. Wel is in de MER Buiksloterham rekening gehouden met de* effecten van het koude-/warmteopslag. Dit is gedaan op basis van de Startnotitie van de koude-/warmteopslag, het richtlijnenadvies van de MER-commisie en de effectenstudie van het NTC gebouw, met daarin aangegeven een doorkijk naar de eindsituatie voor het gehele Overhoeks terrein..

Inhoudelijk gezien is er dus wel een samenhang tussen het bestemmingsplan en de MER Buiksloterham enerzijds, en de MER koude-/warmteopslag anderzijds. Met andere woorden: de effecten van de koude-/warmteopslag zijn verwerkt in de MER Buiksloterham, en dus in het bestemmingsplan, en dus in de watertoets (zie figuur 3.3).



Figuur 3.3 Samenhang MER koude-/warmteopslag en bestemmingsplan

Hiernavolgend wordt kort ingegaan op de inhoudelijke samenhang tussen de MER Buiksloterham, het bestemmingsplan en de MER koude-/warmteopslag.

MER Buiksloterham-MER koude-/warmteopslag
Zoals in figuur 3.3 is te zien, zijn de effecten van de koude-/warmteopslag meegenomen in de MER Buiksloterham. Hierbij gaat het om drie aspecten, te weten:

1. Duurzaamheid: energiebesparing.
2. Effecten op het watersysteem.
3. Effecten op de luchtkwaliteit: CO_2-emissiereductie.

1. Duurzaamheid
In paragraaf 3.2.8 van de MER Buiksloterham wordt het thema duurzaamheid uitgewerkt. Hieruit blijkt dat de koude-/warmteopslag een belangrijke pijler is in de invulling van de ambities zoals omschreven in het Klimaatplan van het Stadsdeel Amsterdam-Noord. In dit plan is opgenomen dat voor nieuwbouw de energievoorziening 50% energieneutraal dient te zijn, en dat de energievraag met 5% dient te worden ingevuld met duurzame energie. Ook in het beoordelingskader van de MER Buiksloterham (paragraaf 4.2) worden de positieve effecten van de koude-/warmteopslag meegewogen.

2. Water
In paragraaf 7.3 van de MER Buiksloterham zijn de effecten beschreven van de herinrichting op het watersysteem. Hierin zijn ook de te verwachten effecten van de koude-/warmteopslag in meegenomen.

3. Luchtkwaliteit
In paragraaf 7.8 van de MER Buiksloterham zijn de effecten van de herinrichting beschreven op de luchtkwaliteit. Onder "Emissie van bedrijven" wordt het positieve effect van de koude-/warmteopslag genoemd (verminderde CO_2-emisiereductie).

MER Buiksloterham - Bestemmingsplan
In paragraaf 6.1 van de toelichting van het bestemmingsplan wordt de MER Buiksloterham beschreven. Hierin staat dat "het bestemmingsplan aansluit bij de inzichten die uit de MER zijn verkregen". Ten opzichte van de aspecten duurzaamheid, water en luchtkwaliteit is het volgende geconcludeerd:

1. Duurzaamheid (paragraaf 6.6)
"De gebouwen worden van een goede isolatie voorzien. Dit leidt tot energiebesparing. Voor verwarming, koeling en bereiding van warm tapwater wordt een lokaal warmtenet aangelegd met warmtepompen en koude-/warmteopslag in de bodem. Deze voorziening leidt tot een besparing van 44% op het gebruik van fossiele brandstoffen in vergelijking tot een conventioneel systeem. Voor de koude-/warmteopslag in de bodem wordt een aparte MER-procedure doorlopen."

2. Water (paragraaf 6.5)
"Het Besluit op de Ruimtelijke Ordening verplicht sinds 1 november 2003 een waterparagraaf op te nemen in de toelichting bij o.a. bestemmingsplannen. De watertoets is een procesinstrument om ruimtelijke plannen, zoals bestemmingsplannen te toetsen op de mate waarin rekening is gehouden met waterhuishoudkundige aspecten. Het gaat daarbij onder meer om aspecten als voldoende ruimte voor water, voldoende aandacht voor de effecten op de ecologische waterkwaliteit, garanderen van veiligheid en het voorkomen van te lage of te hoge grondwaterstanden. De MER heeft als bron van informatie gediend voor deze paragraaf."

3. Luchtkwaliteit (paragraaf 6.4)
"Het Besluit luchtkwaliteit 2005 is op 20 juni in werking getreden. Het doel van het Besluit luchtkwaliteit is het beschermen van mens en milieu tegen de negatieve effecten van luchtverontreiniging. Geconcludeerd wordt dat de ontwikkelingen die door het bestemmingsplan Overhoeks mogelijk worden gemaakt passen binnen het Besluit luchtkwaliteit. In 2010 en 2015 vindt er geen overschrijding van de grenswaarden plaats. Ten opzichte van de huidige situatie is er sprake van een verbetering van de luchtkwaliteit."

Procedurele samenhang
Wettelijk is er geen procedurele samenhang tussen de MER koude-/warmteopslag en het bestemmingsplan. Wel heeft er een inhoudelijke afstemming plaatsgevonden tussen het bestemmingsplan en de MER koude-/warmteopslag. Het bestemmingsplan is namelijk gebaseerd op de MER-Buiksloterham die de koude-/warmteopslag op de aspecten duurzaamheid, water en luchtkwaliteit heeft meegewogen. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de effecten van de koude-/warmteopslag afdoende zijn meegenomen in het bestemmingsplan en de daaraan gekoppelde watertoets.

4 Voorgenomen activiteit en alternatieven

4.1 Principe energievoorziening

De voorgenomen activiteit omvat de realisatie van een duurzame energievoorziening, waarbij gebruik wordt gemaakt van koude-/warmteopslag in de bodem. De energievoorziening bestaat in hoofdlijnen uit de volgende componenten:

- Vier energiecentrales, verdeeld over het terrein. Eén energiecentrale wordt gerealiseerd voor het Shell NTC gebouw, de overige drie energiecentrales worden, (deels) overeenkomstig met de bouwfasering, gerealiseerd voor de woningen en utiliteit op het Overhoeks terrein. In de energiecentrales staan onder andere warmtewisselaars, warmtepompen en piekketels opgesteld die de koude- en warmte-opwekking verzorgen ten behoeve van de aangesloten afnemers.
- Vier separaat functionerende koude-/ warmteopslagsystemen. Elke energiecentrale beschikt over een separaat koude-/ warmteopslagsysteem, bestaande uit één of meerdere doubletten. Het grondwatersysteem is door middel van platenwarmtewisselaars volledig hydraulisch gescheiden van de gebouwzijdige warmte- en koude distributiesystemen.
- Warmte- en koudedistributiesysteem. De in de energiecentrales opgewekte warmte en koude wordt via een distributiesysteem getransporteerd naar de afnemers. Het distributiesysteem bestaat uit geïsoleerde (grond)leidingen.Het distributiesysteem is uitgelegd als zogenaamd 4-pijp systeem, wat de mogelijkheid biedt om gelijktijdig warmte en koude te leveren aan de verschillende afnemers.
- Centrale regeneratie voorziening. Ten einde een energiebalans in de bodem te waarborgen is de energiecentrale van het Shell NTC gebouw voorzien van een natte koeltoren.

In bijlage 1 is een principeschema opgenomen van een energiecentrale. Alle energiecentrales zijn overeenkomstig met dit principe, met uitzondering van de energiecentrale voor het NTC gebouw. De warmtevoorziening voor het NTC gebouw wordt monovalent uitgevoerd. Dat wil zeggen dat de volledige warmtevraag wordt geleverd met warmtepompen, zonder aanvulling van piekketels.

Principe koude- en warmtelevering
Het principe van de koude- en warmtelevering kan uitgelegd worden aan de hand van de volgende situaties:

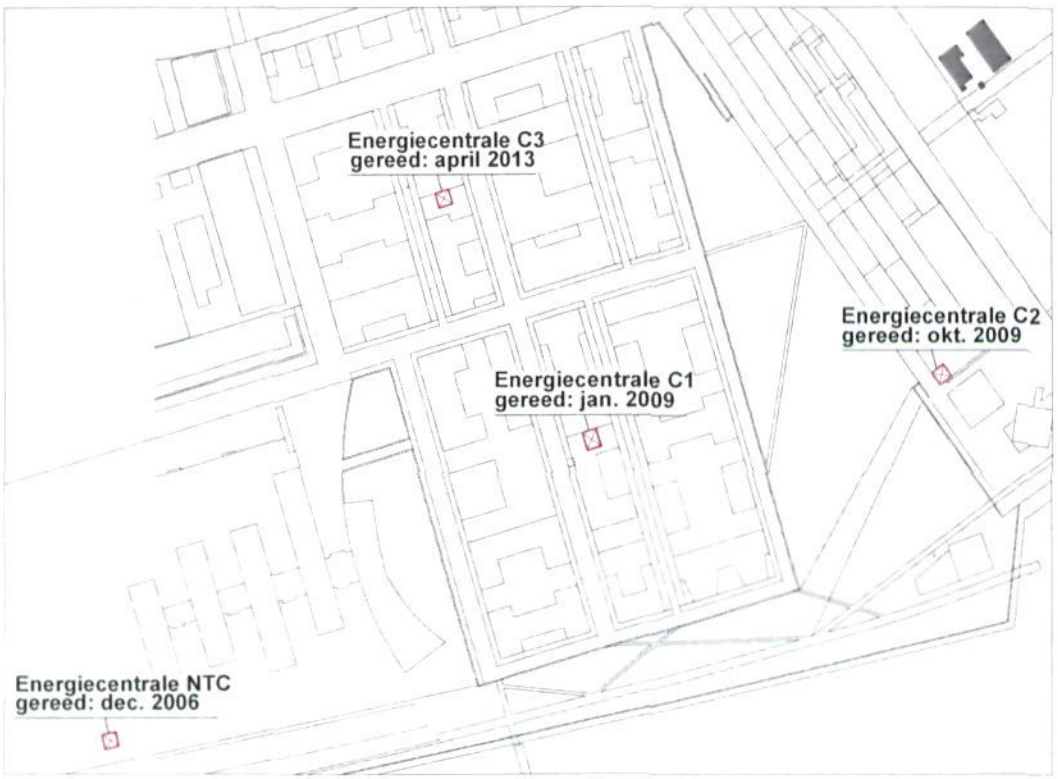
- warmtevraag;
- koudevraag;
- gelijktijdige warmte en koudevraag.

Warmtevraag
De basislast van de warmtevraag wordt geleverd door middel van elektrisch aangedreven warmtepompen. De bronwarmte ten behoeve van de warmtepompen is afkomstig uit de bodem. Hiervoor wordt grondwater opgepompt uit de warme bronnen. Het opgepompte water staat zijn warmte via een warmtewisselaar af aan de warmtepompinstallatie. De warmtepompen zetten de laagwaardige warmte om in hoogwaardige warmte, waarna de warmte wordt getransporteerd naar de verschillende afnemers. Als gevolg van de warmteonttrekking aan het grondwater koelt het grondwater af. Het afgekoelde grondwater wordt vervolgens via de koude bron weer in de bodem geïnfiltreerd. Naast de warmtepompen zijn tevens warmwater ketels opgesteld om de piek in de warmtevraag te leveren en om de aanvoertemperatuur na de warmtepomp verder te verhogen zodanig dat de aanvoertemperatuur geschikt is voor het decentraal verwarmen van tapwater. De ketels worden in basis gestookt met aardgas. De ketels zijn geschikt om ten behoeve van de pieklevering over te kunnen schakelen op huisbrandolie of bio-fuel.

Koudevraag
De koudevaag wordt zo veel mogelijk direct geleverd met behulp van de koude-/ warmteopslaginstallatie, zonder tussenkomst van de warmtepompen. Hiertoe wordt grondwater opgepompt uit de koude bronnen. Het opgepompte water staat zijn koude via een warmtewisselaar af aan het gekoeldwaternet. Via het gekoelwaternet wordt de koude getransporteerd naar de afnemers. Door het leveren van koude wordt warmte aan het de retour van het gekoeldwaternet toegevoerd. Door de warmtewisselaar wordt de warmte overgedragen aan het grondwater waarna het opgewarmde grondwater via de warme bronnen weer in de bodem wordt geïnfiltreerd. Tijdens de piek koudevraag wordt tevens de warmtepomp ingezet om aanvullend koelvermogen te kunnen leveren. De condensorwarmte van de warmtepomp wordt - indien deze niet direct nuttig kan worden ingezet voor verwarmingsdoeleinden - door middel van een separate warmtewisselaar overgedragen aan het koude-/warmteopslagsysteem.

Gelijktijdige koude- en warmtevraag
Over een seizoen genomen zal er vanuit de afnemers geen eenduidige vraag naar alleen warmte of koude zijn. De vraag naar koude of warmte is sterk afhankelijk van de oriëntatie van de woning ten opzichte van de zon, gebruik van zonwering, gebruikersgedrag en dergelijke. Bovendien zal ook in de zomer bij de woningen een behoefte aanwezig zijn voor verwarming van tapwater. De warmtevoorziening is daarom in staat om gelijktijdig zowel warmte als koude te kunnen leveren. Bij een gelijktijdige koude- en warmtevraag zullen de verschillende energiestromen in de energiecentrale zo veel mogelijk onderling worden uitgewisseld. Zo zal de warmte uit de retour van het gekoeldwaternet bij een gelijktijdige warmtevraag zo veel mogelijk direct worden ingezet als bronwarmte voor de warmtepomp. Het surplus aan warmte of koude wordt geleverd door het koudeopslagsysteem, dat afhankelijk van de netto vraag wordt gestuurd. Deze gebouwzijdige energieuitwisseling draagt bij aan een duurzame exploitatie van de energievoorziening.

Energiecentrales
Zoals eerder omschreven worden op het terrein vier energiecentrales gerealiseerd. De beoogde locaties van de energiecentrales zijn weergegeven in figuur 4.1.



Figuur 4.1 Locaties energiecentrales

In bijlage 2 is een tekening weergegeven van de voorgestelde bronlocaties (variant 3, zie paragraaf 4.3) en het voorgestelde tracé van de grondwater distributieleidingen tussen de bronnen en de energiecentrales.

De realisatie van de energiecentrales loopt niet volledig parallel met de fasering van de ontwikkeling van het voormalige Shell terrein. Hieronder staan voor elke energiecentrale de globale eigenschappen, het leveringsgebied en het moment van oplevering beschreven.

Energiecentrale Shell NTC

energielevering	NTC gebouw
realisatie bronnen	2006
oplevering energiecentrale	januari 2007
opgesteld verwarmingsvermogen	3900 kW
opgesteld koelvermogen	7850 kW
maximaal grondwaterdebiet	500 m³/h
aantal brondoubletten	2

Energiecentrale C1 Overhoeks

energielevering	fase 1 + 2b
realisatie bronnen	september - december 2008
oplevering energiecentrale	januari 2009
opgesteld verwarmingsvermogen	4604 kW
opgesteld koelvermogen	1539 kW
maximaal grondwaterdebiet	200 m³/h
aantal brondoubletten	1

Energiecentrale C2 Overhoeks

energielevering	fase 2a + 3 strip
realisatie bronnen	september - december 2008
oplevering energiecentrale	oktober 2009
opgesteld verwarmingsvermogen	7893 kW
opgesteld koelvermogen	7311 kW
maximaal grondwaterdebiet	500 m³/h
aantal brondoubletten	2

Energiecentrale C3 Overhoeks

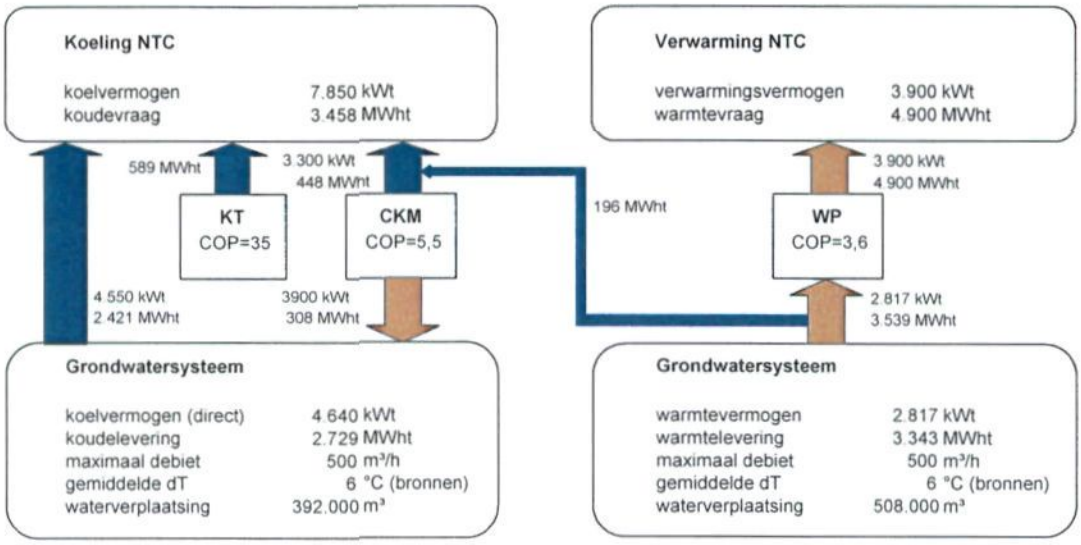
energielevering	fase 3 blokkenstad
realisatie bronnen	september - december 2012
oplevering energiecentrale	april 2013
opgesteld verwarmingsvermogen	7893 kW
opgesteld koelvermogen	7311 kW
maximaal grondwaterdebiet	400 m³/h
aantal brondoubletten	2

Zoals aangegeven in paragraaf 3.3 kan de energiebehoefte in de toekomst variëren als gevolg van toekomstige veranderingen in het bouwprogramma.
Hierop kan geanticipeerd worden, doordat de energievoorziening gefaseerd wordt aangelegd. Eventuele wijzigingen kunnen per fase worden doorgevoerd. Wijzigingen in de energiebehoefte zullen voornamelijk van invloed zijn op de pieklevering. De koude-/ warmteopslag levert de basislast van de koude- en warmtevraag. Daarom zal de invloed van wijzigingen in de energiebehoefte slechts een beperkte invloed hebben op het koude-/ warmteopslagsysteem.

Energiestromen

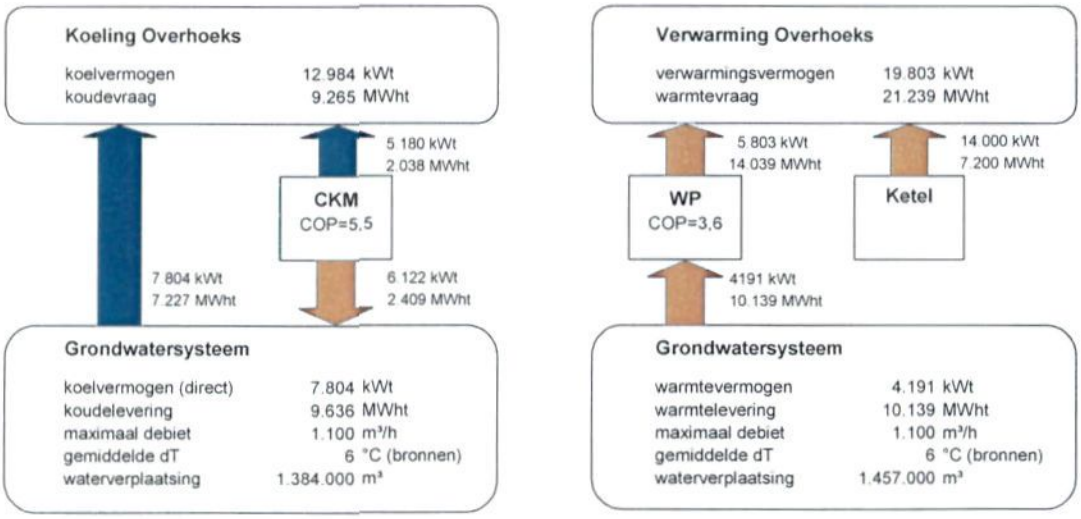
In figuur 4.2 en 4.3 is het energieconcept en de energiestromen schematisch weergegeven voor het Overhoeks terrein (fase 1 t/m 3) en het NTC gebouw.

NTC



Figuur 4.2 Energiestromen NTC gebouw

Overhoeks



Figuur 4.3 Energiestromen Overhoeks (fase 1 t/m 3)

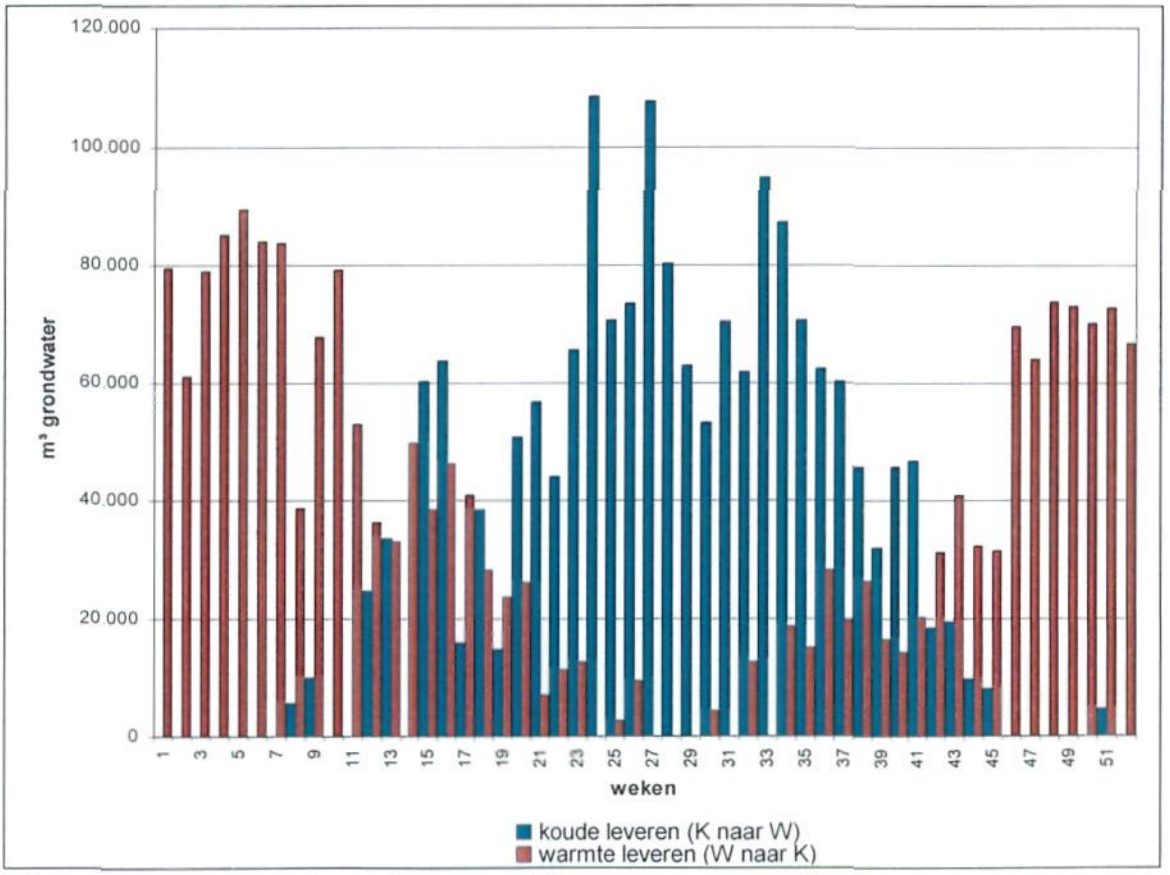
4.2 Koude-/warmteopslagsysteem

Op basis van de energiestromen, zoals weergegeven in figuur 4.2 en figuur 4.3 zijn de uitgangspunten voor het koude-/warmteopslagsysteem samengevat in tabel 4.1

Tabel 4.1 Uitgangspunten koude-/warmteopslagsysteem

Totaal koudelevering			**Totaal warmtelevering**		
koelvermogen (direct)	12.444	kW_t	warmtevermogen	7.008	kW_t
koudelevering	12.365	MWh_t	warmtelevering	13.482	MWh_t
koudelevering (incl. regeneratie)	13.482	MWh_t	maximaal debiet	1.600	m^3/h
maximaal debiet	1.600	m^3/h	gemiddelde dT	6	°C
gemiddelde dT	6	°C	gem. waterverplaatsing	1.965.000	m^3
gem. waterverplaatsing	1.776.000	m^3	max. waterverplaatsing	2.948.000	m^3
max. waterverplaatsing	2.664.000	m^3	gemiddelde inf. temp	7	°C
gemiddelde inf. temp	15	°C			
maximale inf. temp	25	°C			

Figuur 4.4 geeft een indicatie weer van het te verwachte onttrekkings- en infiltratiepatroon op weekbasis.



Figuur 4.4 indicatief onttrekkings- en infiltratiepatroon op weekbasis

Op basis van de in tabel 4.1 weergegeven energetische uitgangspunten, blijkt dat de totale jaarlijkse warmtelevering van het grondwatersysteem (13.482 MWh_t) groter is dan de jaarlijkse koudelevering (12.365 MWh_t). Voor het grondwatersysteem betekent dit dat zonder aanvullende maatregelen op jaarbasis meer warmte aan de bodem wordt onttrokken dan dat er aan wordt toegevoerd. In dit geval is er sprake van een (beperkte) energetische onbalans in de bodem.

Om te voorkomen dat als gevolg van de energetische onbalans tussen de bronnen de natuurlijke temperatuur van het grondwater daalt, zal aanvullende toevoer van warmte aan de bodem, ook wel regeneratie genoemd, noodzakelijk zijn.

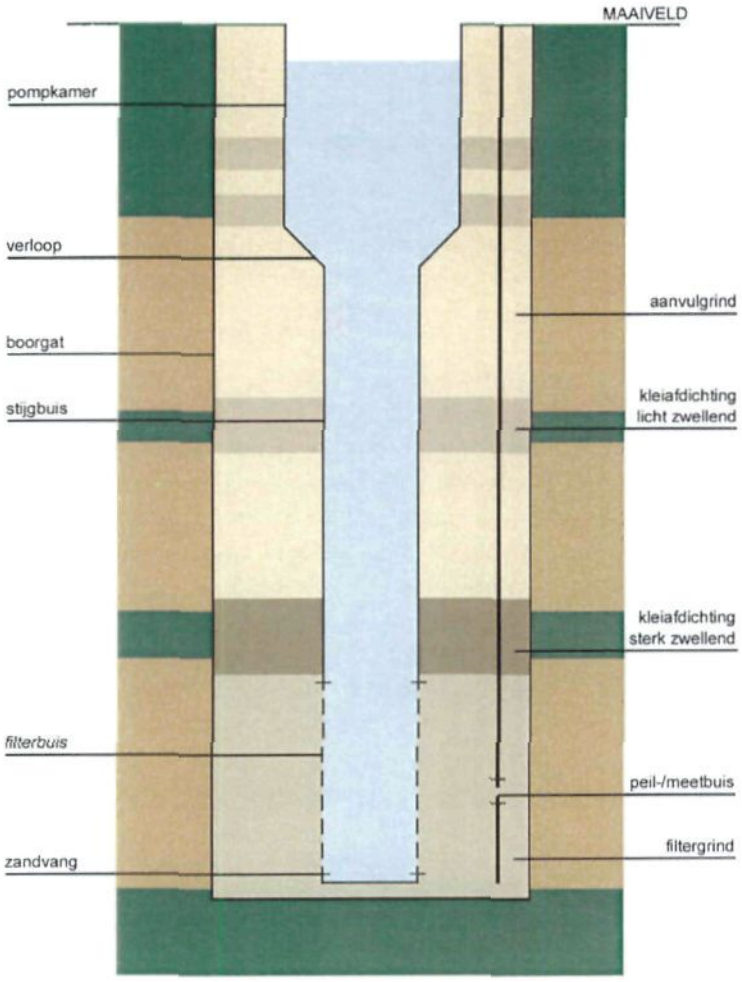
Om enerzijds te voldoen aan een energetische balans in de bodem en anderzijds het systeem minder gevoelig te maken voor de klimatologische omstandigheden is een regeneratievoorziening opgenomen bestaande uit koeltorens. De koeltorens zijn gepositioneerd bij het Shell NTC kantoor. Door middel van de koeltorens en de bronnen van het Shell NTC gebouw kan aanvullend warmte of koude aan de bodem worden toegevoerd. Op deze manier kan de energiebalans zo veel mogelijk gehandhaafd worden en de robuustheid van het systeem worden verhoogd.

Op basis van de in tabel 4.1 weergegeven uitgangspunten en de geohydrologische bodemparameters is een globaal bronontwerp gemaakt van het koude-/warmteopslagsysteem, zie tabel 4.2.

Tabel 4.2 Globale dimensionering koude-/warmteopslagsysteem

diepte bronnen	180 m-mv
effectieve filterlengte	60 m
boordiameter	600 mm
aantal doubletten	7

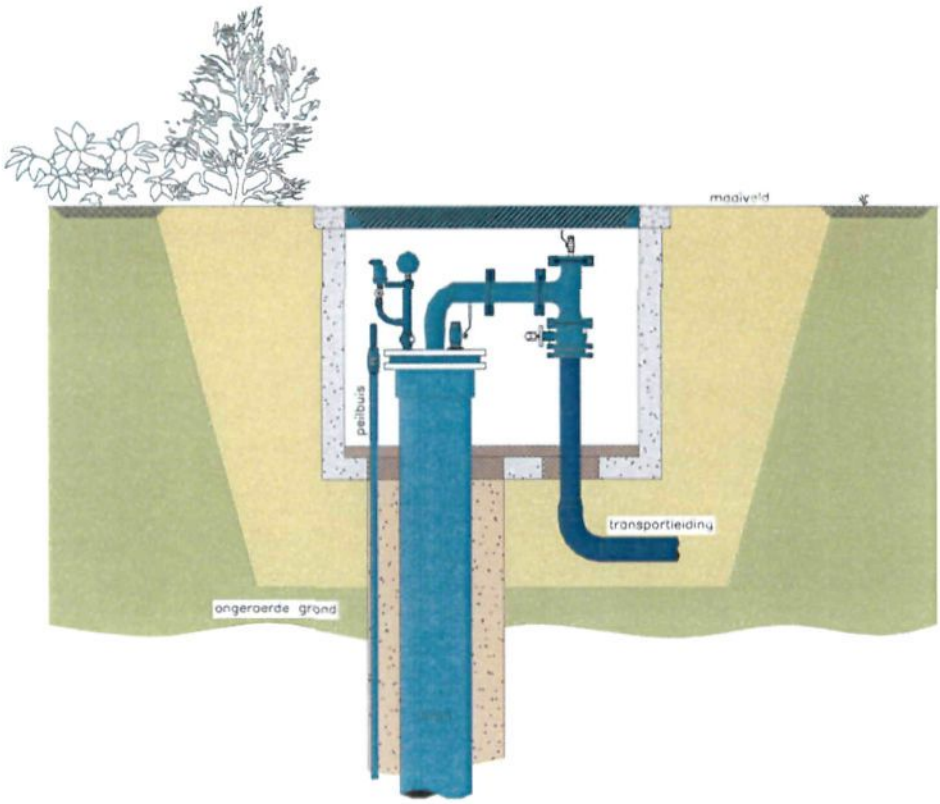
De bronnen worden geboord door middel van een zuigboor/luchtlift methode. Na het boren van het boorgat wordt een kunststof (PVC) filter geplaatst ter hoogte van de gewenste zandlagen in het opslagpakket. Daarboven worden blinde kunststof stijgbuizen gelijmd. Het bovenste deel van deze buizen, die worden uitgevoerd in een grotere diameter, doet dienst als pompkamer. De pompkamer biedt plaats aan de bronpomp, de pers- en injectieleiding en de meetbuis. Na het plaatsen van de buizen wordt de ruimte tussen de buizen en de boorgatwand aangevuld met speciaal hiervoor geselecteerd grind en klei. Ter hoogte van de scheidende lagen in de bodem wordt het boorgat afgedicht met een sterk zwellende klei. Hierdoor wordt de natuurlijke situatie van gescheiden lagen hersteld. In figuur 4.5 is een doorsneden van een bron schematisch weergegeven.



Figuur 4.5 Schematische doorsnede bron

Elke bron wordt afgewerkt in een putbehuizing, welke ter bescherming dient van de bron en de installatieonderdelen die zich direct bij de bron bevinden.

In figuur 4.6 is ter beeldvorming een schets weergegeven van een ondergronds afgewerkte putbehuizing.

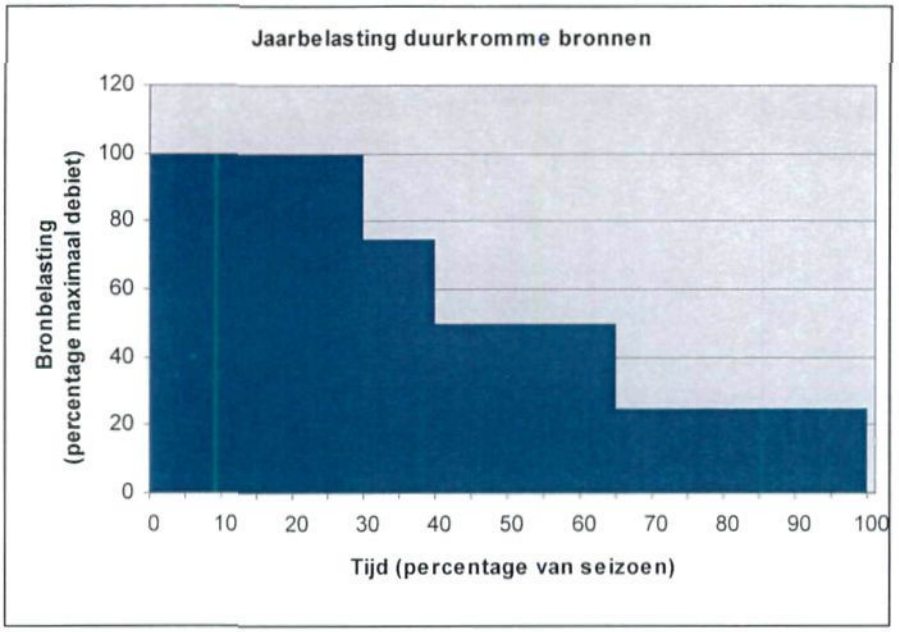


Figuur 4.6 Voorbeeld volledig ondergrondse putbehuizing

Nadat de bron geboord en afgewerkt is, worden de benodigde pompen, injectieleidingen en appendages ingebouwd. Door middel van een onderwaterpomp kan grondwater aan de bodem worden onttrokken. Het toerental van de bronpomp kan door middel van een frequentieregelaar worden gevarieerd, waarmee het brondebiet traploos of in een aantal debietstappen kan worden geregeld.

Het injecteren van het grondwater vindt plaats door middel van injectieleidingen, en injectiekleppen. De injectieleidingen en/of de injectiekleppen worden zodanig gedimensioneerd of ingesteld dat de druk in het grondwatersysteem, zowel tijdens bedrijf als tijdens stilstand, onder een overdruk ten opzichte van atmosferische druk blijft. Hiermee wordt voorkomen dat zuurstof of andere vreemde stoffen kunnen toetreden in het grondwater. Daarnaast blijven opgeloste gassen in het grondwater in oplossing. Grondwater bevat van nature opgeloste gassen. Door de hoge statische druk in het opslagpakket zijn deze gassen opgelost in het water. Om te voorkomen dat de opgeloste gassen in het grondwater vrijkomen bij het oppompen van het water, moet er altijd een bepaalde overdruk in het systeem gehandhaafd blijven. Op deze manier wordt verstopping door ontgassing (bronnen en componenten) voorkomen.

Bronbelasting en onderhoudsmaatregelen
Voor het dimensioneren van de bronnen is de volgende belasting duurkromme aangehouden voor zowel koudelevering als warmtelevering (zie figuur 4.7).



Figuur 4.7 Belastingduur koudelevering en warmtelevering

Om de bronnen in goede conditie te houden wordt met regelmaat onderhoud aan de bronnen uitgevoerd. Het onderhoud van bronnen kan worden onderverdeeld in drie categorieën:
- preventief onderhoud;
- correctief onderhoud;
- regeneratie bronnen.

Preventief onderhoud
Tijdens het infiltreren van grondwater zullen kleine deeltjes (zand en slib) afkomstig uit de onttrekkingsbronnen worden geïnfiltreerd in de infiltratiebronnen. Bij een goed ontwikkelde bron in een kwalitatief goed zandpakket, zoals het geval is op de locatie in Amsterdam, zal de hoeveelheid vrijkomende zand en slibdeeltjes zeer beperkt zijn. Toch wordt *aanbevolen om de bronnen regelmatig preventief te onderhouden, aangezien ophoping* van zand- en slibdeeltjes in de infiltratiebron op termijn kan leiden tot verstopping van de bron.

Onderdeel van het preventief onderhoud is het verwijderen van vaste slib- of zanddeeltjes. De verwijdering van de deeltjes wordt bewerkstelligd door na een rustperiode de pomp 15 tot 30 min op volle capaciteit te laten draaien. Het aanzetten van de pomp op volle capaciteit veroorzaakt een korte krachtstoot op de deeltjes in en rondom het filter en filteromstorting.

De kleine deeltjes worden losgemaakt en meegenomen met het onttrokken water door de filteromstorting en de filterspleten via de filterbuis en stijgbuis naar maaiveld. Indien mogelijk wordt het "vervuilde" water dan geloosd op het riool of op het oppervlaktewater. Een andere steeds vaker toegepaste methode is het "vervuilde" water via een bypass door een onderhoudsfilter (ook wel kaarsenfilter) te leiden en het schone gefiltreerde water weer te retourneren in een andere bron.

In principe wordt een bovengenoemde onderhoudsactie elk half jaar uitgevoerd voor elke bron.

Correctief onderhoud
Correctief onderhoud betekent onderhoud plegen als de bronnen tot op een bepaalde hoogte zijn verslechterd en dus niet preventief. Een nadeel van correctief onderhoud is de kans dat dit onderhoud intensiever moet worden uitgevoerd om de bronnen weer op normaal niveau te brengen. Het kan zelfs tot versnelde regeneratie van de bronnen leiden.

Regeneratie bronnen
Regeneratie is een intensieve manier om bronnen te reinigen. Hierbij wordt de bronkop van de bron verwijderd. Dan wordt in de bron de vervuiling met bepaalde technieken verwijderd (dus niet alleen grondwater onttrekken en spuien). Dit is een arbeidsintensief proces en dient planningstechnisch en organisatorisch goed te worden geregeld.

4.3 Referentiesituatie en alternatieven

Referentiesituatie
In de referentiesituatie vindt ruimteverwarming en verwarming van tapwater plaats met individuele gasgestookte hoogrendementsketels. Daarbij worden individuele ketels per gebruiker geplaatst.

Conform de alternatieve varianten worden de utiliteitsgebouwen en 80% van de woningen voorzien van koeling. Koeling vindt plaats met elektrisch aangedreven compressie koelmachines. De koelmachines worden per utiliteitsgebouw in een technische ruimte de opgesteld. De condensorwarmte van de koelmachines worden met droge koelers aan de atmosfeer afgevoerd.

Fasering referentiesituatie
De aanleg van de warmte- en koudevoorziening van de referentiesituatie kan zeer goed gefaseerd plaatsvinden, omdat de aanleg van de warmte- en koudeopwekkingsinstallatie gelijk kan lopen met de ontwikkeling van de gebouwen. Wel dient een gasnet in een vroege fase aangelegd te worden.

Alternatieven

De gevraagde capaciteit van het grondwatersysteem bedraagt 1.600 m³/uur, waarvan 500 m³/uur voor het NTC en 1.100 m³/uur voor het Overhoeks terrein. Voor het gedeelte van het grondwatersysteem voor het NTC terrein is reeds vergunning verkregen. De locaties van de bronnen op dit gedeelte van het terrein liggen al vast. Wel is het maximale debiet voor het NTC teruggebracht van 750 m³/uur naar 500 m³/uur, waardoor kan worden volstaan met 2 warme en 2 koude bronnen in plaats van 3 warme en 3 koude bronnen. Er kan daarom 1 koude bron en één warme bron worden weggestreept ten opzichte van de vergunde situatie.

Om de benodigde capaciteit voor het Overhoeks terrein te kunnen leveren zijn 5 warme bronnen en 5 koude bronnen nodig. Er zijn vele mogelijkheden voor de locaties van de bronnen. De situering van de bronnen is bepalend voor de milieueffecten en voor het energetisch rendement van het systeem.

Op korte afstand van het te ontwikkelen terrein bevindt zich een onttrekking-/infiltratiesysteem van Van Leer, waarmee rekening moet worden gehouden. Van Leer heeft vergunning voor het onttrekken en infiltreren van 300.000 m³ grondwater per jaar. In 2003, 2004 en 2005 is respectievelijk 230.299, 277.602 en 250.048 m³ grondwater onttrokken en geïnfiltreerd. Volgens het overzicht onttrekkingen van de provincie Noord-Holland ligt het filtertraject tussen 65 en 85 m diepte. De locaties van de bronnen zijn weergegeven in figuur 4.8.

Figuur 4.8 Ligging bronnen Van Leer

Het systeem van Van Leer is geen energieopslag, maar loost warmte van een koelproces in de bodem. Gevolg hiervan is dat zich rondom de infiltratiebron een grote hoeveelheid warmte bevindt. Het plaatsen van koude bronnen dicht bij de infiltratiebron van Van Leer kan leiden tot extra koudeverliezen. De verschillende diepte van de bronfilters van de koude-/warmteopslag (95-180 m-mv) en de filters van Van Leer (65-85 m-mv) beperkt de interactie enigszins.

Conform het "advies voor richtlijnen voor het milieueffectrapport" zijn drie alternatieven uitgewerkt, waarbij de situering van de bronnen op het Overhoeks terrein is gevarieerd.

Alternatief 1: Technisch en economisch geoptimaliseerd alternatief
Doel van het koude-/warmteopslagsysteem is een energiezuinige koeling en verwarming van de aangesloten gebouwen. Hiertoe wordt zomerwarmte en winterkoude in het grondwater opgeslagen met behulp van een grondwatersysteem. Rond iedere koude bron is tot een zekere afstand koude aanwezig in de bodem (een "koude bel") en rond iedere warme bron warmte (een "warme bel"). Als een koude en een warme bron te dicht bij elkaar liggen, dan zullen de koude en de warme bel elkaar raken en gaat er koude en warmte verloren. De afstand tussen de koude en warme bronnen dient daarom voldoende groot gekozen te worden.

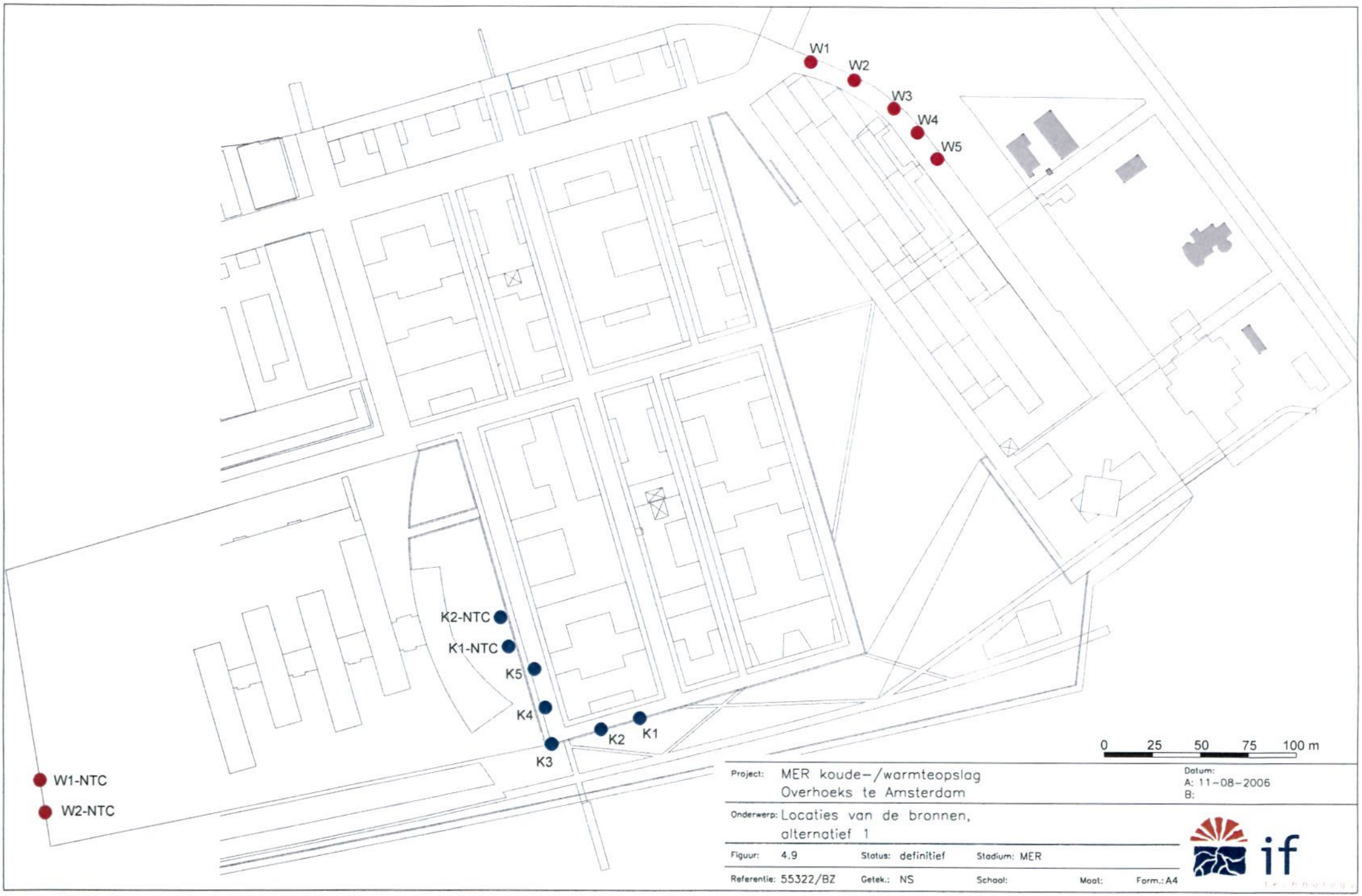
Als er meerdere bronnen van hetzelfde type (koud of warm) bij elkaar worden geplaatst, dan smelten de bellen samen en ontstaat één grote koude dan wel warme bel. De energieverliezen door afstroming en geleiding liggen bij een grote bel lager dan bij een kleine bel. Het zoveel mogelijk bij elkaar plaatsen van warme bronnen dan wel koude bronnen is dan ook gunstig voor het thermisch functioneren van het systeem (in die zin ook technisch gezien gunstig). Het bij elkaar plaatsen van hetzelfde type bronnen is ook kostentechnisch gezien interessant, omdat relatief weinig verbindend leidingwerk nodig is.

Op basis van het bovenstaande zijn de in figuur 4.9 weergegeven bronlocaties voor het "*Technisch en economisch geoptimaliseerd alternatief*" vastgesteld.

Alternatief 2: Grondwater geoptimaliseerd alternatief
Als gevolg van het onttrekken van grondwater wordt de stijghoogte in de omgeving van de onttrekkingsbron verlaagd. Bij de infiltratiebron treedt een verhoging van de stijghoogte op. De stijghoogteveranderingen vertalen zich tot op zekere hoogte door in de grondwaterstand en de stijghoogten in andere bodemlagen. Hierdoor kan ook de grondwaterstand en de stijghoogte in andere bodemlagen veranderen.
De verlagingen, als gevolg van de onttrekkingsbronnen, worden deels gecompenseerd door de verhogingen, veroorzaakt door de infiltratiebronnen. Hoe kleiner de afstand tussen de onttrekking en de infiltratie, hoe meer de verhogingen en verlaging elkaar uitdempen. Omgekeerd zal het bij elkaar plaatsen van onttrekkingsbronnen en het bij elkaar plaatsen van infiltratiebronnen leiden tot grote hydrologische effecten doordat de verlagingen dan wel verhogingen elkaar versterken.

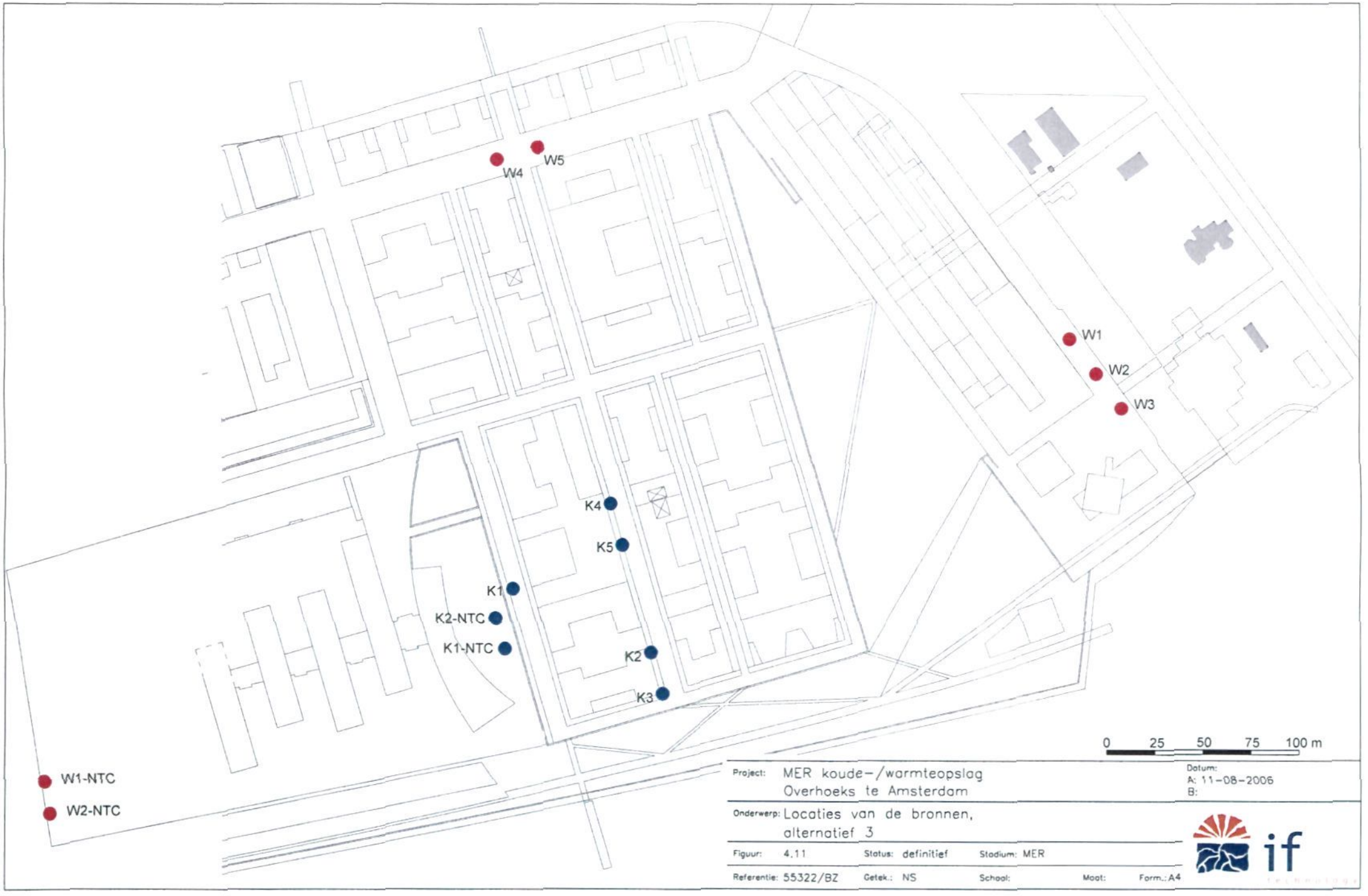
Om de hydrologische effecten minimaal te maken zou gekozen moeten worden voor een afwisseling van koude en warme bronnen, die los van elkaar en op korte afstand van elkaar geplaatst moeten worden. Door de korte afstand tussen de koude en warme bronnen zullen echter relatief grote verliezen van koude en warmte optreden (thermisch ongunstig). Om het doel van het systeem te halen moet de afstand dus in voldoende mate worden vergroot. De configuratie bestaat dan uit een afwisseling van koude en warme bronnen die op voldoende afstand van elkaar staan (kruislingse configuratie).

Figuur 4.10 toont de situering van de bronnen voor het "*Grondwater geoptimaliseerd alternatief*". Wegens ruimtegebrek op het terrein is het niet haalbaar om alle bronnen los te plaatsen. Centraal op het Overhoeks terrein liggen daarom twee koude bronnen bij elkaar.


W1
W2
W3
W4
W5
K2-NTC
K1-NTC
K5
K4
K3
K2
K1
W1-NTC
W2-NTC
0 25 50 75 100 m
Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam
Datum: A: 11-08-2006 B:
Onderwerp: Locaties van de bronnen, alternatief 1
Figuur: 4.9
Status: definitief
Stadium: MER
Referentie: 55322/BZ
Getek.: NS
School:
Maat:
Form.: A4
if

Project:	MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam		Datum: A: 11-08-2006 B:
Onderwerp:	Locaties van de bronnen, alternatief 2		
Figuur: 4.10	Status: definitief	Stadium: MER	
Referentie: 55322/BZ	Getek.: NS	Schaal:	Maat: Form.: A4

if technology


W1
W2
W3
W4
W5
K1
K2
K3
K4
K5
K1-NTC
K2-NTC
W1-NTC
W2-NTC
0 25 50 75 100 m
Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam
Datum: A: 11-08-2006 B:
Onderwerp: Locaties van de bronnen, alternatief 3
Figuur: 4.11
Status: definitief
Stadium: MER
Referentie: 55322/BZ
Getek.: NS
School:
Maat:
Form.: A4
if

Alternatief 3: Thermisch en hydrologisch compromis
Een hydrologisch optimaal systeem gaat uit van zo veel mogelijk afwisselend plaatsen van de bronnen, terwijl de bronnen bij een thermisch optimaal systeem juist zo veel mogelijk geclusterd moet worden. Een compromis hiertussen is het groeperen van de bronnen in een aantal kleinere groepjes. Op het terrein kan dit goed worden ingevuld door te kiezen voor drie groepen (2 of 3) koude bronnen centraal op het terrein, met daaromheen een aantal groepen met (2 of 3) warme bronnen (zie figuur 4.11). Het bij elkaar plaatsen van de koude bronnen is thermisch gezien gunstig. De hydrologische effecten naar de omgeving worden door de groepen warme bronnen zoveel mogelijk uitgedempt.

4.4 Energieprestatie

Voor het NTC gebouw en Overhoeks fase 1 zijn de benodigde bouwvergunningen ingediend. Voor de bouwvergunningen zijn EPC berekeningen gemaakt. Deze berekeningen zijn als basis gebruikt voor de vergelijking van de energieprestatie voor verschillende situaties met de wettelijk voorgeschreven norm. Voor de vergelijking zijn de EPC berekeningen van het Shell NTC gebouw en de EPC berekeningen van een drietal woonblokken op het Overhoeks terrein gebruikt.

De bouwvergunning voor de woningen van Overhoeks fase 1 is ingediend voor 1 januari 2006. Zodoende geldt voor de woningen de oude EPC-eis van 1,0. Op 1 januari 2006 is de eis voor de energieprestatie van nieuw te bouwen woningen aangescherpt naar 0,8. Deze aangescherpte eis zal in de toekomst voor de woningen van de overige bouwfasen minimaal van toepassing zijn.

Hieronder zijn de resultaten van de EPC berekeningen voor twee situaties samengevat. Het betreft hierbij berekeningsresultaten voor het Shell NTC gebouw en voor een drietal woonblokken op het Overhoeksterrein voor de volgende situaties:
- de alternatieven met koude-/warmteopslag;
- de in de alternatieven voorziene bebouwing in combinatie met de energievoorziening van de referentie.

De EPC berekeningen, met daarin aangegeven de toegepaste bouwkundige maatregelen, zijn toegevoegd in bijlage 3a t/m 3d

De EPC berekeningen voor de referentiesituatie zijn niet uitgevoerd, omdat als uitgangspunt geldt dat de referentiesituatie op zich zal moeten voldoen aan de wettelijke energieprestatie-eisen. In dat geval zal de energieprestatie voor het Shell NTC gebouw $Q_{prestatie,\ totaal}/Q_{prestatie,\ toelaatbaar}$ <1,0 bedragen en de EPC voor de woningen ≤ 1,0.

Shell NTC gebouw
Het NTC gebouw beschikt over verschillende gebruiksfuncties. Het is mogelijk om de verschillende gebruiksfuncties als één geheel te berekenen. In dat geval geldt niet meer de afzonderlijke EPC-eis van de verschillende gebruiksfuncties, maar een gezamenlijke waarde. Deze wordt uitgedrukt in $Q_{prestatie,\ totaal}/Q_{prestatie,\ toelaatbaar}$ en dient lager te zijn dan 1,0. Dit betreft voor alle duidelijkheid geen EPC-waarde, maar een prestatiefactor.

Oppervlak: ca. 33.500 m²
Gebruiksfuncties: Meerdere (restaurant/kantoren/fitness/laboratoria)
Berekende prestatie: $Q_{pres,tot}$ /$Q_{pres,toel}$ =0,91 (<1,0)
De energieprestatie van het NTC gebouw met toepassing van koude-/warmteopslag en warmtepompen voldoet aan de wettelijk gestelde norm.

Indien deze berekening wordt uitgevoerd met een HR ketel (HR107) voor verwarming en een elektrisch aangedreven compressie koelmachine voor koeling, wordt een waarde berekend van: $Q_{pres,tot}$ /$Q_{pres,toel}$ =1,17. Aangezien de waarde in dat geval groter is dan 1,0, wordt geconcludeerd dat de energieprestatie van de in de alternatieven voorziene bebouwing in combinatie met de energievoorziening van de referentie niet voldoet aan de gestelde EPC-eis.

Woningen Overhoeks
Woonblok A-1-1, Jo Coenen & Co Architekten
Oppervlak: ca. 10.000 m²
Gebruiksfuncties: Woonblokken
Berekende EPC: EPC=0,96

Indien deze berekening wordt uitgevoerd met een HR ketel (HR107) voor verwarming, wordt een waarde berekend van: EPC=1,11.

Woonblok A-1-4, Álvaro Siza Arquitecto Lda
Oppervlak: ca. 2.730 m²
Gebruiksfuncties: Woonblokken
Berekende EPC: EPC=0,99

Indien deze berekening wordt uitgevoerd met een HR ketel (HR107) voor verwarming, wordt een waarde berekend van: EPC=1,14.

Woonblok B-1-1, Álvaro Siza Arquitecto Lda
Oppervlak: ca. 10.600 m²
Gebruiksfuncties: Woonblokken
Berekende EPC: EPC=0,93

Indien deze berekening wordt uitgevoerd met een HR ketel (HR107) voor verwarming, wordt een waarde berekend van: EPC=1,14.

Op basis van de EPC berekeningen van de woningen wordt geconcludeerd dat de EPC-eis van de woningen met toepassing van koude-/warmteopslag en warmtepompen voldoet aan de wettelijk gestelde norm van EPC=1,0.
In het geval van de in de alternatieven voorziene bebouwing in combinatie met de energievoorziening van de referentie, voldoet de energieprestatie net aan de gestelde EPC-eis.

Geconcludeerd wordt dat koude-/warmteopslag als energiebesparende maatregel wordt gebruikt voor het behalen van de vereiste EPC.