Behoort bij besluit van
het Dag. Bestuur d.d.
15 JULI 2013
Gemeente Amsterdam
Stadsdeel Zuid
15 APR. 2013
802451-2013

Energieopslag (KWO) Hoofdkantoor NLR, Amsterdam

Ontwerp grondwatersysteem

- versie 1.1 -

Opdrachtgever:	Nationaal Lucht en Ruimtevaartcentrum Anthony Fokkerweg 2 1059 CM Amsterdam
Adviseur gebouwinstallatie:	Valstar Simonis Jan Evertsenstraat 731 1061 XZ Amsterdam
Adviseur grondwatersysteem:	IF Technology bv Velperweg 37 Postbus 605 6800 AP ARNHEM

25.876/61237/HeM
20 januari 2012

if

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

2 Uitgangspunten 5
2.1 Algemeen 5
2.1.1 Relevante documenten 5
2.1.2 Geohydrologie 5
2.1.3 Energie, temperaturen en waterhoeveelheden 6
2.1.4 Peilen, grondwaterstanden en stijghoogten 7
2.1.5 Systeemomschrijving 8
2.2 Ontwerp 10
2.2.1 Debietvariatie 10
2.2.2 Systeemdruk 10
2.2.3 Wettelijke richtlijnen 10

3 Technisch ontwerp grondwatersysteem 12
3.1 Algemeen 12
3.1.1 Afwerking apparatuur 12
3.1.2 Materiaalkeuze 12
3.2 Civieltechnische voorzieningen 12
3.2.1 Bronnen, leidingtracé en vergunningen 12
3.2.2 Putbehuizingen 13
3.2.3 Lozingen 17
3.3 Werktuigbouwkundige voorzieningen 18
3.3.1 Debietregeling bronpompen en handhaving minimale druk 18
3.3.2 Warmtewisselaars 18
3.3.3 Opstellingsruimtes 18
3.4 Regeltechnische en elektrotechnische voorzieningen 19
3.4.1 Algemeen 19
3.4.2 Principe regeling grondwatersysteem 19
3.4.3 Beveiligingen 20
3.4.4 Registratie 21
3.4.5 Elektrische aansluiting 21
3.4.6 Communicatie tussen grondwatersysteem en gebouwinstallatie 21

4 Aandachtspunten 23

Bijlagen:

1 Locaties van de bronnen
2 Onderverdeling uitgangspunten per gebouw
3 Principe schema
4 Thermische en hydraulische specificaties TSA's

1 Inleiding

In Amsterdam wordt de huisvesting van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart laboratorium (NLR) gerenoveerd en uitgebreid. Voor klimatisering van het gebouw zal gebruik worden gemaakt van verwarming en koeling met energieopslag in de bodem. De projectlocatie bevindt zich aan de Anthony Fokkerweg in Amsterdam.

Voor het onttrekken en infiltreren van grondwater wordt een grondwatersysteem aangelegd dat bestaat uit één doublet. Dit document heeft betrekking op het grondwatersysteem ten behoeve van de energieopslag.

Tot het grondwatersysteem van de energieopslag behoren de componenten die in aanraking komen met grondwater. De scheiding tussen het grondwatersysteem en de gebouwinstallatie wordt gevormd door warmtewisselaars. Deze warmtewisselaars behoren tot het grondwatersysteem. De warmtewisselaars zijn in eerste instantie opgesteld in 4 technische ruimtes, genoemd 10, 20, 40 en 60. Het systeem is uitgelegd om uit te breiden met 1 technische ruimte 45 genaamd.

De uitgangspunten en randvoorwaarden die van invloed zijn op het ontwerp van het grondwatersysteem, zijn weergegeven in hoofdstuk 2. Het technisch ontwerp, waaruit blijkt hoe het systeem wordt gemaakt is weergegeven in hoofdstuk 3. De aandachtspunten zijn weergegeven in hoofdstuk 4.



2 Uitgangspunten

2.1 Algemeen

2.1.1 Relevante documenten

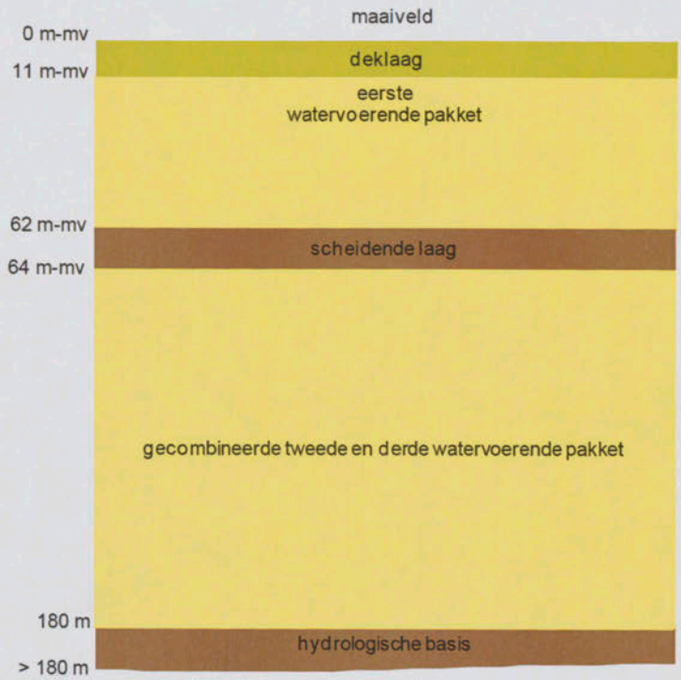
- Notitie voorstel bronlocaties en leidingtracé, IF Technology, referentie 25.503/61237/HeM, d.d. 3 november 2011.

2.1.2 Geohydrologie

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

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket;
  B25D0573 (X=119.010; Y=483.880)
  B25D0148 (X=117.147; Y=484.360)
  B25D0137 (X=116.981; Y=484.429)
  B25D0549 (X=118.870; Y=483.070)

Op basis van deze gegevens is in figuur 2.1 de bodemopbouw geschematiseerd in een aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen.



Figuur 2.1 Geschematiseerde bodemopbouw

Aquiferkeuze
De filters van de bronnen worden in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket (opslagpakket) geplaatst.

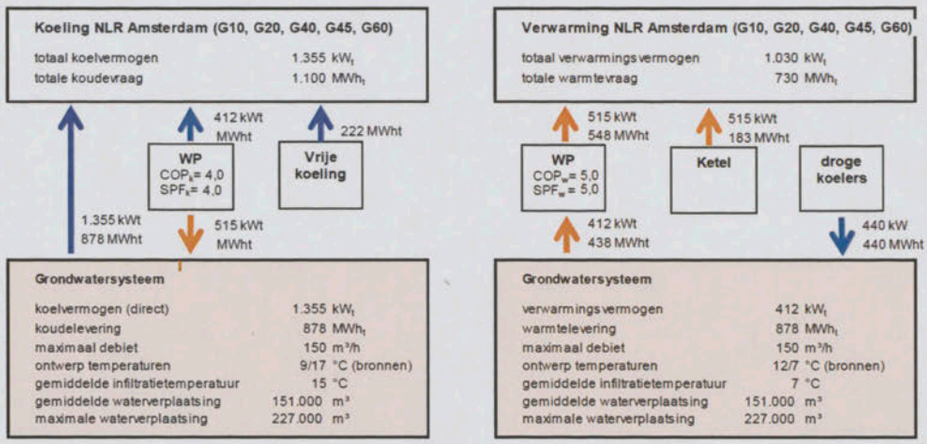
Grondwaterstroming
De grondwaterstroming in het opslagpakket is bepaald aan de hand van REGIS. Het grondwater in dit pakket stroomt met een snelheid van maximaal 5 meter per jaar in zuidwestelijke richting.

Grondwaterkwaliteit en -temperatuur
Het grondwater in het opslagpakket is zout. De temperatuur van het grondwater in het opslagpakket is gemiddeld 12°C.

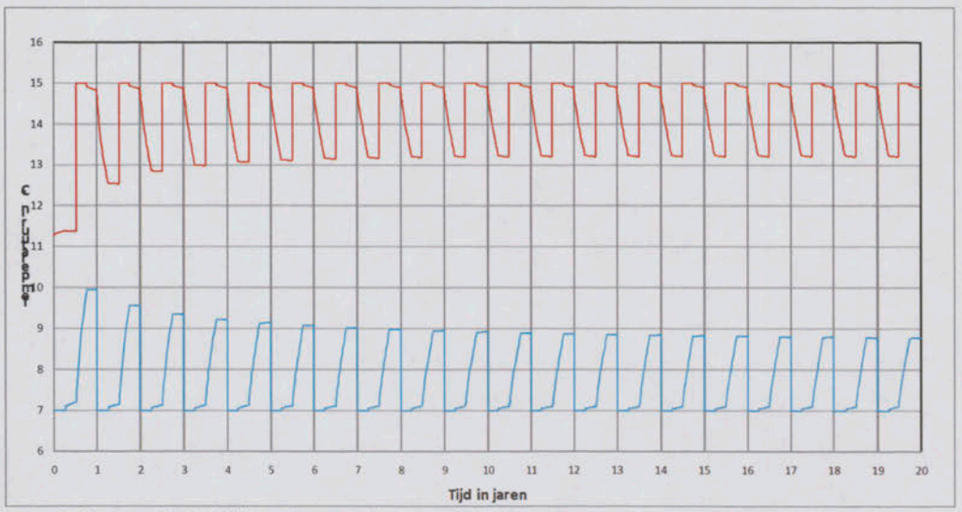
2.1.3 Energie, temperaturen en waterhoeveelheden

In tabel 2.1 zijn voor de geplande energieopslag de ontwerpuitgangspunten weergegeven. Deze gegevens zijn in overleg met Valstar Simonis en met inachtname van de aanwezige geohydrologie, vastgesteld.
Voor het ontwerp van het grondwatersysteem zijn de verplaatste grondwaterhoeveelheden en het maximale debiet in de winter en zomer bepaald. Deze zijn berekend op basis van het verschil tussen onttrekkings- en infiltratietemperaturen, de energievraag en het vermogen. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 2.1. In bijlage 2 is de onderverdeling van de uitgangspunten per gebouw weergegeven.

Tabel 2.1 Ontwerpuitgangspunten grondwatersysteem



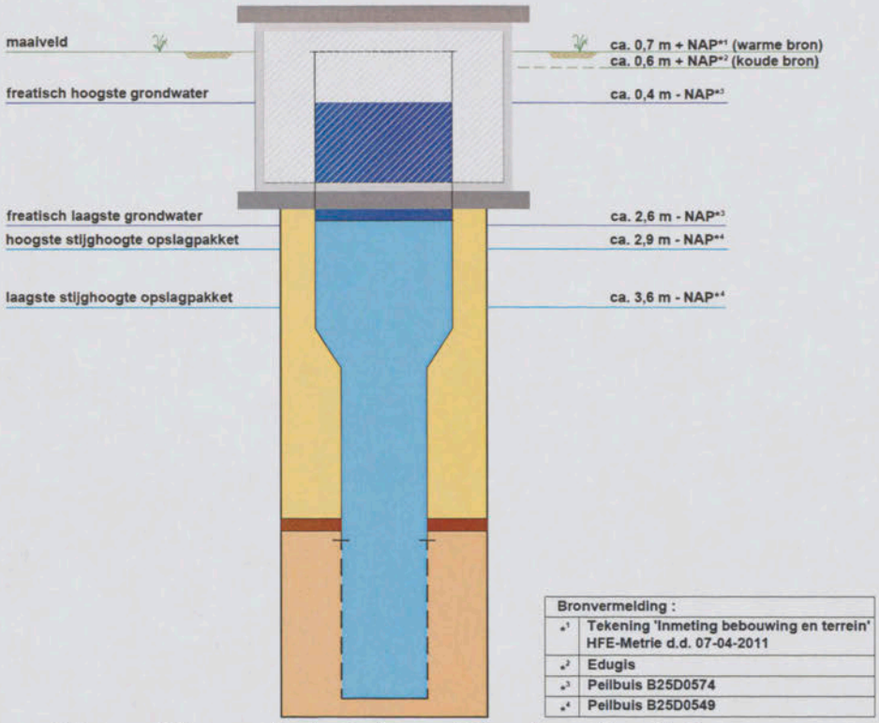
De temperatuur in de bronnen verandert gedurende het jaar. Aan het begin van de winter zal grondwater met een temperatuur van circa 15°C onttrokken worden uit de warme bron. Doordat het warme grondwater onttrokken wordt, neemt de temperatuur in de warme bron gedurende het seizoen af tot circa 13°C (einde van de winter na 5 jaar energieopslag). Gedurende de zomer warmt de koude bron langzaam op van ca. 7°C naar ca. 9°C (einde van de zomer na 5 jaar energieopslag). De onttrekkingstemperaturen uit de bronnen zijn berekend op basis van de gemiddelde grondwaterverplaatsing met het thermisch grondwatermodel HstWin-2D en zijn weergegeven in figuur 2.2.



Figuur 2.2 Onttrekkingstemperaturen uit de bronnen

2.1.4 Peilen, grondwaterstanden en stijghoogten

De voor het grondwatersysteem meest relevante peilen zijn samengevat in figuur 2.3 weergegeven.



Figuur 2.3 Peilen, grondwaterstanden en stijghoogten opslagpakket

2.1.5 Systeemomschrijving

Het grondwatersysteem bestaat uit één koude en één warme bron. Het maximale debiet voor koudelevering bedraagt 150 m³/h. Het maximale debiet voor warmtelevering bedraagt 150 m³/h.

Het systeem wordt zodanig ontworpen dat diverse afnemers zowel koude of warmte kunnen afnemen. Een koude en warme bron leveren grondwater aan de koudeaanvoer (Ka) en warmteaanvoer (Wa) leidingen. De afnemers kunnen koude of warmte afnemen uit deze Ka en Wa leidingen. Na het passeren van de warmtewisselaar bij de afnemer wordt het opgewarmde en afgekoelde grondwater respectievelijk geretourneerd in de warmteretour (Wr) en kouderetour (Kr) ringleiding.
De positionering van de gebouwen bij NLR Amsterdam is dusdanig dat de leidingen in de vorm van een ring aangelegd worden. Dit heeft de volgende voordelen:

- de leidingdiameters zullen afnemen;
- de reactietijd voor de verst gelegen technische ruimten (vanaf ontrekkingsbron) worden korter;
- bied een mogelijkheid tot verhoging van de redundantie (extra terreinafsluiters plaatsen);
- heeft een positief effect op de opvoerhoogte van de bronpompen en het energieverbruik.

Uitgangspunt is dat elke afnemer zelf kan bepalen of er gekoeld of verwarmd gaat worden. Dit betekent dat het grondwatersysteem gelijktijdig gekoeld water uit de koude bron en verwarmingswater uit de warme bron moet kunnen aanbieden. Er is om die reden gekozen voor een zogenoemd 4-pijpssysteem, zie bijlage 3.

Warmtelevering
Bij warmtelevering wordt grondwater opgepompt uit de warme bron. Dit opgepompte water staat zijn warmte via de warmtewisselaars in de verschillende technische ruimtes af aan de binneninstallaties. Door de energieoverdracht tussen het grondwatersysteem en de binneninstallatie wordt het grondwater afgekoeld. Het afgekoelde grondwater wordt vervolgens via de koude bron weer in de bodem geïnfiltreerd.

Koudelevering
Bij koudelevering is de stromingsrichting in het grondwatercircuit tegengesteld ten opzichte van de situatie warmtelevering. Zodra er koudevraag is, wordt grondwater opgepompt uit de koude bron. Dit stroomt via een separaat leidingstelsel naar de technische ruimtes. Dit opgepompte water staat zijn koude via de warmtewisselaars (per technische ruimte) af aan de gebouwinstallatie waar het wordt gebruikt voor koeling. Door deze koudeoverdracht wordt het grondwater opgewarmd. Het opgewarmde grondwater wordt vervolgens via de warme bron weer in de bodem geïnfiltreerd.

Onderhoud
Ten behoeve van periodiek/preventief onderhoud van het systeem dient het grondwatersysteem een aantal malen per jaar onderhouden te worden. Bij de situatie waarin de koude bron gereinigd/onderhouden wordt, gebeurt het volgende:
Tijdens het onderhoud zijn alle kleppen richting de aparte TSA's gesloten. Op deze momenten kan geen energie worden geleverd.
Het opgepompte water uit de koude bron wordt via een onderhoudsfilter gereinigd van eventuele zand en slibdeeltjes en vervolgens in de koude bron geïnfiltreerd.

Bij het onderhoud aan de warme bron komt het water vanuit de warme aanvoerleiding via de onderhoudsleiding, koude aanvoerleiding naar het onderhoudsfilter in de koude putbehuizing. Dit is om onderhoud op het volledige debiet mogelijk te maken en tevens de stromingsrichting te corrigeren. Na het passeren van het onderhoudsfilter zal het water vervolgens in de koude bron geïnfiltreerd worden. Door het toepassen van deze onderhoudsleiding halverwege het leidingtracé kan hetzelfde onderhoudsfilter gebruikt worden voor zowel onderhoud aan de koude als warme bron.

Het in starten van de onderhoudsactie kan eenvoudig worden uitgevoerd door de beheerder of het onderhoudsbedrijf. De totale onderhoudsactie zal circa één uur in beslag nemen. Door het periodiek onderhoud in het tussenseizoen te plannen, worden geen problemen voorzien in de warmte- en koudelevering aan het gebouw.

Temperatuur garantie en reactiesnelheid
Als het grondwatersysteem een tijd niet in bedrijf is zal in het grondwater in de leidingen afkoelen of opwarmen door de omgevingstemperatuur. Omdat het leidingwerk lang is kan het daardoor een tijd duren voor de gewenste temperatuur vanuit de bron bij het gebouw is. Om dit proces te versnellen dient ook bij het niet afnemen van koude of warmte, stroming in het grondwatercircuit te worden gewaarborgd.

Hiervoor wordt na langere stilstand tijdelijk grondwater opgepompt uit een bron met een vast debiet via een kortsluiting tussen de aanvoer- en retourleiding in dezelfde bron geïnfiltreerd. Hierdoor wordt voorkomen dat de bron van de "andere soort" thermisch wordt vervuild en de opgeslagen energie wordt vernietigd.
Om de minimale vereiste stroming overal in het distributienet te verkrijgen dient de kortsluiting zo ver mogelijk van de in bedrijf zijnde bron af te zitten.

2.2 Ontwerp

2.2.1 Debietvariatie

In iedere bron worden twee frequentiegeregelde bronpompen geplaatst waarvan het debiet traploos geregeld kan worden. Dit is om een lager minimale debiet voor het grondwatersysteem mogelijk te maken. Dit is gewenst doordat het minimale debiet per technische ruimte relatief gezien laag is t.a.v. de bronpompen welke het water verpompen voor alle technische ruimtes tezamen.
In de koude bron hangt een bronpomp welke regelbaar is tussen minimaal 5 m³/h en maximaal circa 50 m³/h en een tweede bronpomp welke regelbaar is tussen minimaal circa 40 m³/h en maximaal 150 m³/h.
In de warme bron hangt een bronpomp welke regelbaar is tussen minimaal 5 m³/h en maximaal circa 50 m³/h en een tweede bronpomp welke regelbaar is tussen minimaal circa 40 m³/h en maximaal 150 m³/h.
Een bijkomend voordeel is dat deze extra bronpomp de redundantie van het systeem deels verhoogt.

2.2.2 Systeemdruk

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 te allen tijde een bepaalde overdruk in het systeem gehandhaafd blijven. Op deze manier wordt verstopping door ontgassing (bronnen en componenten) voorkomen. Ook de kans op het optreden van corrosie wordt hierdoor verminderd.

Pompen, injectiekleppen, leidingwerk en appendages worden zodanig op elkaar afgestemd dat tijdens bedrijfsvoering over de gehele debietrange een overdruk in het gehele grondwatercircuit gehandhaafd blijft die groter of gelijk is aan de minimale gasdruk (30 kPa).

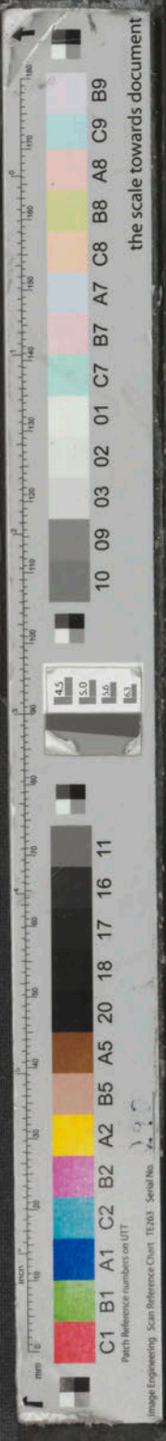
2.2.3 Wettelijke richtlijnen

De in het grondwatersysteem opgenomen componenten moeten voldoen aan alle van toepassing zijnde Europese richtlijnen en, indien van toepassing, als zodanig voorzien zijn van een CE-markering. Onder deze richtlijnen vallen onder andere de laagspanningsrichtlijn (EN 50178), de EMC richtlijnen en de richtlijn Drukapparatuur.

De EMC richtlijn heeft betrekking op alle apparaten, systemen en installaties die elektrische en/of elektronische componenten bevatten. De richtlijn heeft betrekking op zowel immuniteit als emissie van elektromagnetische straling.

In dit ontwerp wordt uitgegaan van de door de fabrikant/leverancier opgegeven productnormen en de laagspanningseisen. Tevens is voor het gehele systeem gekozen voor de EMC emissie eis EN50081-1 en immuniteitseis EN50082-2.

Alle geleverde en te installeren drukapparaten, druksystemen en samenstellingen moeten voldoen aan de Richtlijn drukapparatuur (Pressure Equipment Directive 97/23/EC; PED).



3 Technisch ontwerp grondwatersysteem

3.1 Algemeen

3.1.1 Afwerking apparatuur

In het grondwatersysteem worden met betrekking tot de afwerking of bediening van de installatieonderdelen de volgende punten opgenomen:

- isolatie van inpandige leidingen en appendages, met uitzondering van het expansievat en de warmtewisselaars;
- waterdichte geveldoorvoeren voor leidingen en bekabeling;
- geen brandwerende of speciale inpandige doorvoeringen;
- gesloten lekbak met afvoer onder de warmtewisselaars;
- open kabelgoten en kabelladders in de technische ruimte;
- VG-YMvKas mb voedingskabels ten behoeve van de bronpompen;
- de totale regeling van het grondwatersysteem dient softwarematig en middels interventieschakelaars bestuurd te worden. Tevens dient dit gesimuleerd te kunnen worden.

3.1.2 Materiaalkeuze

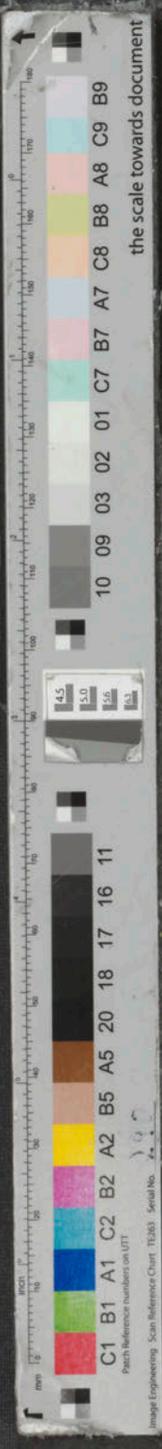
Met betrekking tot de materiaalkeuze van het gehele grondwatersysteem en de gebouwinstallatie zullen leidingen, appendages en dergelijke die direct in aanraking komen met het grondwater (zout) hiertegen bestand moeten zijn. In aanvulling hierop moeten de componenten bestand zijn tegen corrosie ten gevolge van invloeden van buitenaf (bijvoorbeeld omgevingslucht, condens e.d.).

3.2 Civieltechnische voorzieningen

3.2.1 Bronnen, leidingtracé en vergunningen

Bronnen

Na het boren van het boorgat wordt een kunststof filter geplaatst ter hoogte van de gewenste aquifer (opslagpakket). Daarboven wordt een blinde kunststof stijgbuis gelijmd. Het bovenste deel van deze buis, die wordt uitgevoerd in een grotere diameter, doet dienst als pompkamer. De pompkamer biedt plaats aan de bronpomp, de pers- en injectieleiding en de meetbuis. De pompkamer wordt lucht- en waterdicht afgesloten. De pompkamer moet bestand zijn tegen de drukken die optreden tijdens aanleg, beheer, onderhoud en bedrijfsvoering. Na het plaatsen van de buizen wordt de overige ruimte in het boorgat aangevuld met speciaal hiervoor geselecteerd grind en klei.



Bronlocaties
De koude bron wordt geplaatst ten zuiden van gebouw 45. Dit terrein zal in de toekomst gebruikt worden als verkeersroute voor voetgangers. Incidenteel zal klein vrachtverkeer over de locatie rijden.

De warme bron wordt geplaatst aan de zuidoostzijde van het terrein nabij de fietsenstallingen. Deze dienen tijdens de realisatie van de bronnen te zijn verwijderd. De ligging van beide bronnen is weergegeven in de situatietekening in bijlage 1.

Aan de oostzijde van het terrein ligt de Riekershaven. Langs de haven ligt een kademuur waarvoor een veiligheidszone wordt gehandhaafd. De koude bron op de tekening liggen buiten deze zone.

Tracé kabels en leidingwerk
Het leidingwerk en de bekabeling vanaf beide bronnen naar de technische ruimte wordt ondergronds gelegd op een diepte van minimaal 0,8 m onder maaiveld. De technische ruimtes voor de TSA's bevindt zich in de kelders van de gebouwen. Een uitzondering is gebouw 45. Hier bevind de technische ruimte zich op de begane grond.

Een voorstel voor de ligging van het kabel en leidingtracé is weergegeven in de situatietekening in bijlage 1. Het tracé van de koude bron naar de ringleiding is nu ingetekend door de technische ruimte van gebouw 45 (in verband met de aanwezigheid van oude funderingen). Onderzocht dient te worden of hiervoor ruimte beschikbaar is.

Beheer kabels en leidingen
Om het beheer van kabels en leidingen te structureren is de 'Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netten' (WION) opgezet. Informeel wordt deze ook wel de 'Grondroerdersregeling' genoemd. Deze wet regelt de wijze waarop grondroerders om moeten gaan met het graven in de grond en het aanvragen van informatie over kabels en leidingen in de grond. Daarnaast regelt het de wijze waarop netbeheerders (eigenaren van kabels of leidingen) hun informatie omtrent kabels en leidingen moeten beheren.

De eigenaar van de kabels en leidingen van het energieopslagsysteem in openbaar gebied dient een beheerder aan te wijzen, die deze informatie uitwisseling verzorgt. Dit is van belang aangezien de eigenaar deels zelf verantwoordelijk is voor eventuele schade bij het niet of foutief aanleveren van zijn kabel en leiding informatie en mogelijk zelfs voor de schade die een gedupeerde derde hierdoor heeft.

Meer informatie is te vinden op de internetsite van Economische Zaken,
'http://www.ez.nl/Onderwerpen/Overig/Grondroerdersregeling'

3.2.2 Putbehuizingen

De bronnen dienen te worden afgewerkt in een putbehuizing, welke ter bescherming dient van de bron en de installatieonderdelen die zich direct bij de bron bevinden.



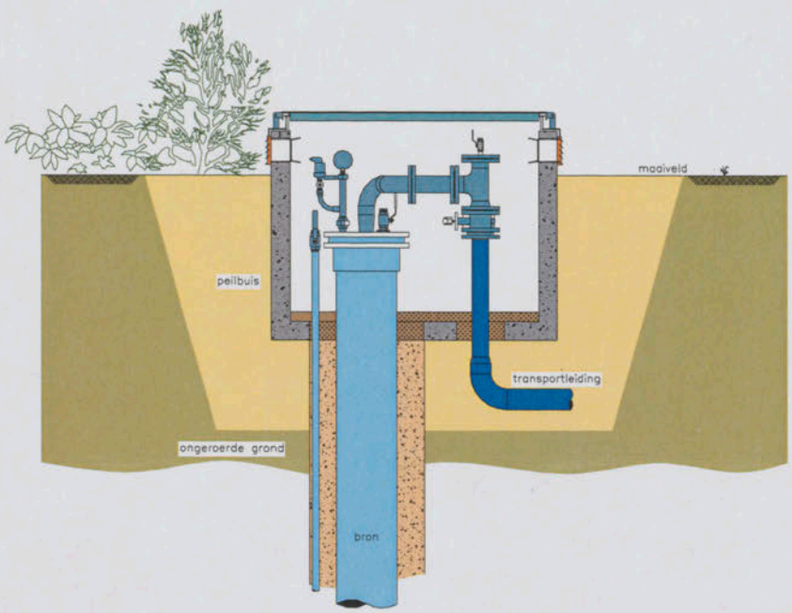
Warme bron

De warme bron zal worden afgewerkt in een halfbovengrondse putbehuizing.
Voor het ontwerp worden onderstaande ontwerpuitgangspunten/randvoorwaarden gehanteerd:

- voldoende ruimte om al het leidingwerk en de appendages in te bouwen;
- alle zijden (incl. doorvoeren) dienen waterdicht te worden uitgevoerd;
- eenvoudig toegankelijk voor klein en groot onderhoud;
- voorzien van natuurlijke ventilatie;
- vorstvrij.

Een aandachtspunt hierbij is dat in de putbehuizing van de warme bron het onderhoudsfilter wordt geplaatst (zie par. 2.1.5). In de technische ruimtes is hiervoor geen plaats. De put dient derhalve groter te worden uitgevoerd om voldoende ruimte te scheppen voor de extra appendages en leidingwerk.

Een principetekening van het beoogde ontwerp van de halfbovengrondse putbehuizing (zonder onderhoudsfilter) en een voorbeeld van de afwerking met een putdeksel zijn als figuur 3.1 en 3.2 opgenomen.



Figuur 3.1 Principetekening halfbovengrondse putbehuizing



Figuur 3.2 Afwerking putdeksel halfbovengrondse put

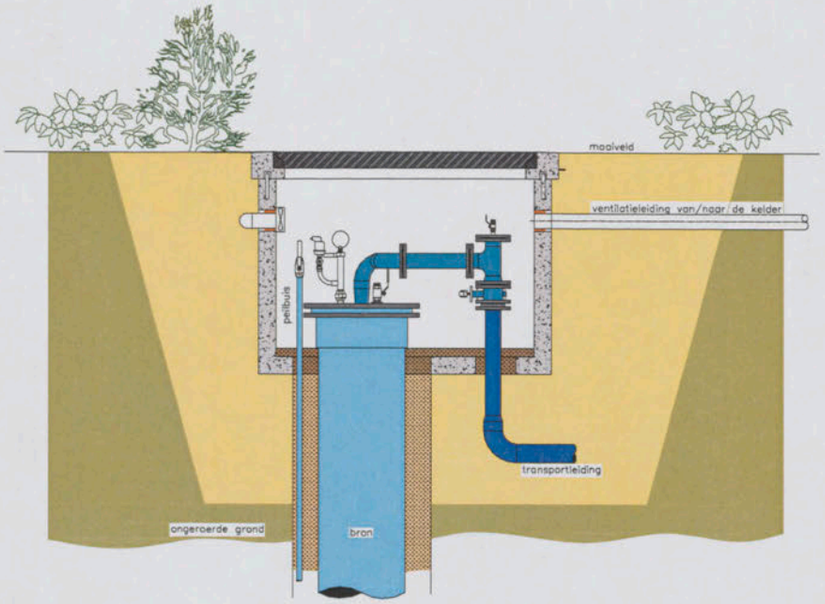
Koude bron

De locatie van de koude bron ligt in een gebied waar af en toe licht vrachtverkeer overheen zal rijden. De koude bron zal derhalve worden afgewerkt in een ondergrondse putbehuizing waarbij de putdeksels gelijk aan maaiveld worden afgewerkt. In het ontwerp zal verkeersklasse 30 worden aangehouden.

Voor het ontwerp van de ondergrondse putten worden onderstaande ontwerpuitgangspunten / randvoorwaarden gehanteerd:

- voldoende ruim om al het leidingwerk en de appendages in te bouwen;
- aan alle zijden waterdicht uitvoeren;
- de putten dienen overrijdbaar te zijn voor licht verkeer;
- eenvoudig toegankelijk voor klein en groot onderhoud;
- ruimte en toegang in de put dient arbotechnisch verantwoord te zijn;
- putten worden geventileerd middels geforceerde ventilatie;
- de putten dienen te allen tijde vorstvrij te zijn.

Een principetekening van het beoogde ontwerp van de putbehuizing en een foto van een afwerking met een putdeksel aan maaiveld zijn als figuur 3.3 en 3.4 opgenomen.



Figuur 3.3 Principetekening ondergrondse putbehuizing



Figuur 3.4 Afwerking putdeksel ondergrondse putbehuizing

3.2.3 Lozingen

Realisatie
De bronnen dienen schoon en slibvrij grondwater te leveren. Hiervoor worden de bronnen tijdens realisatie afzonderlijk ontwikkeld en schoongepompt, waarbij het vrijkomende water wordt geloosd. Deze lozing is eenmalig en omvat het lozen van ca. 12.000 m³ zout grondwater. Bij voorkeur wordt dit water geloosd op het dichtstbijzijnde oppervlaktewater middels een tijdelijke lozingsleiding.

Voor de toestemming om te lozen op het oppervlaktewater wordt contact opgenomen met het bevoegd gezag (Waternet).

Indien het water niet geloosd kan worden op het oppervlaktewater dienen alternatieve stappen te worden ondernomen. Het schoonpompen in de realisatiefase kan dan plaatsvinden middels tweelingpompen met een retourfilter. Bij toepassing van deze techniek komt in principe geen grondwater vrij. Deze techniek is naar verhouding arbeidsintensiever waardoor het schoonpompen meer tijd in beslag neemt.

Onderhoud
In dit ontwerp wordt uitgegaan van het gebruik van een onderhoudsfilter t.b.v. periodiek onderhoud. Indien lozen op oppervlaktewater mogelijk is zal, in overleg met het Waternet worden bepaald of het periodiek lozen van water is toegestaan. Ook zal worden bepaald of het maken van een vaste spuileiding voor NLR Amsterdam kostentechnisch gunstiger is dan een onderhoudsfilter.

3.3 Werktuigbouwkundige voorzieningen

3.3.1 Debietregeling bronpompen en handhaving minimale druk

Het debiet van het grondwatersysteem kan geregeld worden door het toerental van de bronpompen te variëren middels frequentieregelaars. Bij het energieopslagsysteem van NLR Amsterdam kunnen de bronpompen in de koude en warme bron tegelijkertijd ingeschakeld zijn, daarom worden er vier frequentieregelaars opgenomen.

De bronnen zijn voorzien van injectiekleppen. Deze kleppen handhaven de benodigde overdruk in het systeem wanneer water in de bron geïnjecteerd wordt.

3.3.2 Warmtewisselaars

De koude en warmte wordt tussen het grondwatersysteem en de gebouwcircuits uitgewisseld door middel van warmtewisselaars (TSA's). Deze staan per gebouw in de technische ruimtes in de kelder opgesteld (10, 20, 40, 60). Met een uitzondering voor gebouw 45 hier bevind de technische ruimte zich op de begane grond en zal de TSA later bijgeplaatst worden.

Deze warmtewisselaars zorgen voor de energieoverdracht tussen grondwatersysteem en de gebouwinstallaties.

De warmtewisselaars dienen aan de in bijlage 4 opgegeven thermische en hydraulische specificaties te voldoen.

De afmetingen van het frame van de TSA's per technische ruimte zullen circa 1,5 x 0.5 x 2,0 meter (l x b x h) bedragen en een gewicht hebben van ca. 500 kg.

Rondom de warmtewisselaars dient de nodige serviceruimte vrijgehouden te worden (één keer de breedte van het frame van de wisselaars).

3.3.3 Opstellingsruimtes

De componenten voor het grondwatersysteem (warmtewisselaars, expansievat, leidingwerk en appendages, etc.) worden ondergebracht in de vier technische ruimtes (per gebouw, 10, 20, 40 en 60) in de kelder. Met een uitzondering voor gebouw 45 hier bevind de technische ruimte zich op de begane grond en zal de TSA later bijgeplaatst worden. Hier zullen vlinderkleppen met blindflenzen geplaatst worden voor latere aansluiting van deze technische ruimte.
De regeltechnische en elektrotechnische voorzieningen (regelkasten) worden in dezelfde technische ruimtes geplaatst (per gebouw).

Het minimaal benodigd vloeroppervlak voor opstellen van de componenten van het grondwatersysteem is gemiddeld circa 10 m². De leiding- en kabeldoorvoeren door de wanden van de technische ruimtes worden waterdicht uitgevoerd.

De technische ruimtes bieden voldoende ruimte voor de opstelling van alle hydraulische en regeltechnische componenten van het grondwatersysteem.



Bij de detailengineering moet rekening worden gehouden met inbouwvoorschriften van componenten en appendages, zowel technisch als hydraulisch als voor onderhoud. De toegankelijkheid van de ruimtes dient gewaarborgd te zijn, zowel tijdens realisatie als in de toekomst voor klein en groot onderhoud.

3.4 Regeltechnische en elektrotechnische voorzieningen

3.4.1 Algemeen

De elektrotechnische en regeltechnische voorzieningen ten behoeve van het grondwatersysteem dienen te worden gemonteerd in een regelkast. De regelkast kan bestaan uit één grote kast of diverse aaneengeschakelde kasten of kastdelen. De kast wordt opgesteld in de technische ruimtes op de eerste verdieping (per gebouw).
Het onderstation zal in de hoofdregelkast in technische ruimte 20 (master) geplaatst worden.
De frequentieregelaars voor de koude en warme bron worden gesplitst over technische ruimtes 60 en 20. Deze worden in de technische ruimtes nabij de bronnen geplaatst waardoor een relatief kort kabeltracé benodigd is. Vanwege de latere aansluiting van gebouw 45 is voor gebouw 60 gekozen om de frequentieregelaars van de koude bronnen te plaatsen.

De afmetingen van de regelkasten met frequentieregelaars (20,60) bedragen ongeveer 1,5 x 2 x 0,4 m (l x h x d). Voor de andere kasten kan dit kleiner zijn, omdat hierin minder appendages moeten worden geplaatst. Het uitgangspunt is dat de kastinrichting en besturing modulair en flexibel opgezet worden.

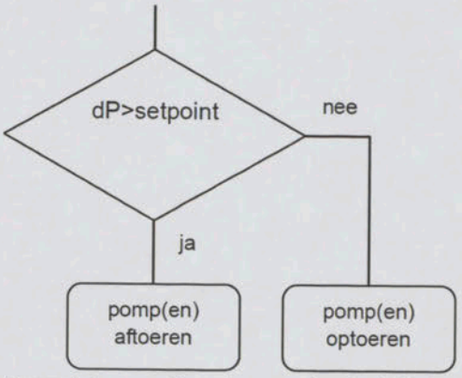
De regelkast dient uitgevoerd te worden met alleen de benodigde schakel- en beveiligingsapparatuur die voor het grondwatersysteem van toepassing is. De frequentieregelaars en schakelapparatuur voor de bronpompen dienen in een separate kastsectie te worden gemonteerd. Het onderstation wordt in een afgeschermde sectie van de hoofdregelkast gemonteerd om storingen door elektromagnetische straling te voorkomen.

3.4.2 Principe regeling grondwatersysteem

De behoefte aan warmte of koude is niet constant en zal tussen bepaalde grenzen variëren. Het grondwatersysteem is uitgerust met een regeling waarmee het grondwaterdebiet traploos geregeld kan worden. Het onderstation bepaalt op basis van de meetsignalen in welke toestand(en) het grondwatersysteem moet draaien.

Het grondwaterdebiet is afhankelijk van de warmte- of koudevraag bij de afnemers/gebruikers. Het grondwaterdebiet wordt geregeld door het variëren van het toerental van de bronpompen in combinatie met zelfregelende injectiekleppen in de bronnen. De injectiekleppen worden zodanig ingesteld dat een overdruk in het grondwatercircuit gehandhaafd blijft.

In principe wordt tijdens automatisch bedrijf het grondwaterdebiet (qv) continu geregeld op basis van een vast drukverschil (dP) tussen de aanvoer ringleiding en de retour ringleiding, gemeten in de centrale technische ruimte (zie figuur 3.5).



Figuur 3.5 Regeling grondwaterdebiet

dP = meetwaarde opnemer dPtr
setpoint =. kPa

Indien de druk, tijdens rusttoestand, in een retourleiding onder een ingesteld drukniveau komt zal een kortsluitklep geopend worden om de druk weer op voldoende hoge niveau te brengen.

Aandachtspunt blijft dat in de gebouwinstallatie van de afnemer de aangenomen retour-temperaturen gerealiseerd en bewaakt moeten worden (vormt geen onderdeel van dit ontwerp).

3.4.3 Beveiligingen

Er worden in het grondwatersysteem diverse circuit- en systeembeveiligingen, signaleringen, meldingen en bewakingen opgenomen. De beveiligingen zijn onder te verdelen in:

- (circuit)drukbeveiligingen;
- (bron)niveau beveiligingen;
- beveiliging op minimale en maximale infiltratietemperatuur;
- component beveiligingen;
- interne en externe M&R beveiligingen.

Indien er een beveiliging aangesproken wordt, zal het systeem in principe stoppen, op druk gebracht worden en vervolgens worden geblokkeerd. Na het verhelpen van de storing, kan het systeem weer in bedrijf worden genomen door een handmatige reset door de beheerder van het systeem.

3.4.4 Registratie

De vergunningverlener (provincie Flevoland) bepaalt de gegevens die moeten worden geregistreerd tijdens de exploitatiefase. Op basis van eerder gerealiseerde projecten in deze provincie mag er van uitgegaan worden dat de onderstaande gegevens worden verlangd:

- onttrokken, geïnfiltreerde en gespuide hoeveelheden grondwater;
- onttrekkings- en infiltratietemperaturen;
- verplaatste energiehoeveelheden;
- overdruk in het systeem.

De registraties tijdens koudelevering moeten gescheiden zijn van de registraties tijdens warmtelevering. De registratie van de metingen worden zo veel mogelijk elektronisch verzorgd.

Naast de genoemde registraties in het kader van de vergunning is er behoefte registraties te plegen waaruit de bedrijfsvoering geanalyseerd en geoptimaliseerd kan worden. Om verschillende metingen overzichtelijk en synchroon naast elkaar te hebben, worden alle elektronisch gemeten gegevens uurlijks weg geschreven.

3.4.5 Elektrische aansluiting

Het hydraulisch vermogen van de bronpompen per bron bedraagt circa 10 kW en circa 25 kW . Het rendement ligt in zijn algemeenheid voor bronpompen op circa 50% (pomp en motor). Het elektrisch opgenomen pompvermogen van de bronpompen per bron bedraagt dan circa 20 kW en 50 kW. Het totale elektrische aansluitvermogen voor het grondwatersysteem komt hiermee op circa 110 kW. Dit bedraagt het elektrisch aansluitvermogen voor twee bronpompen per bron en het benodigde elektrisch vermogen voor de overige componenten.

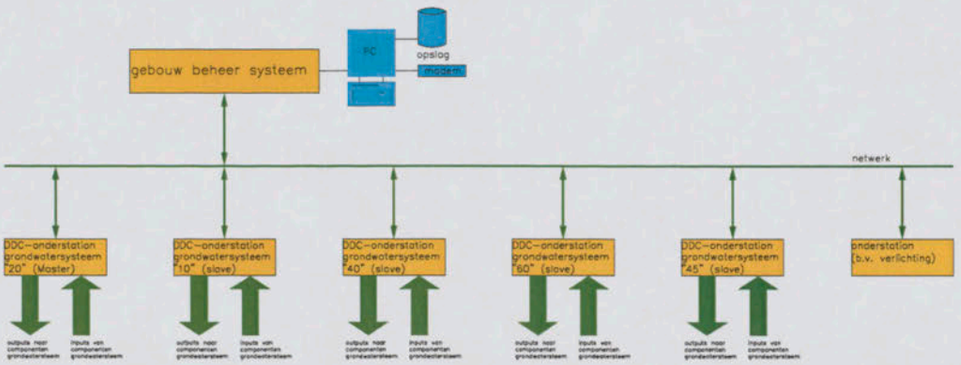
De voedingskabel van de regelkast dient rechtstreeks vanaf de hoofdverdeelinrichting te worden betrokken. Dit om onnodige onderbeveiliging te voorkomen en om spanningsvariaties ten gevolge van inschakelstromen tot een minimum te beperken. De elektrische netvoeding is opgebouwd uit 3 fasen 400 V + nul en PE-leiding in een TN-S-stelsel.

3.4.6 Communicatie tussen grondwatersysteem en gebouwinstallatie

De totale systeemregeling kent twee niveaus:

- het gebouwbeheersysteem (GBS) met daaraan gekoppeld de diverse onderstations (vormt geen onderdeel van dit ontwerp);
- het onderstation van het grondwatersysteem (in master-regelkast gebouw 20).

Het onderstation van het grondwatersysteem is een zelfstandig functionerend regelsysteem dat zorgt voor het meten, regelen, schakelen en besturen van componenten aan de "grondwaterzijde" van de warmtewisselaars. Dit gebeurt op basis van enkele signalen uit het gebouwbeheersysteem (GBS), zie figuur 3.6.



Figuur 3.6 Koppeling grondwatersysteem met GBS

Uitgegaan wordt dat de koppeling van het onderstation van het grondwatersysteem met het GBS softwarematig uitgevoerd zal worden door middel van een busverbinding. Dit geeft een gebruiksvriendelijke en flexibele communicatie tussen alle systemen en gebouwen.

De randvoorwaarden voor het onderstation van het grondwatersysteem en het GBS zijn dat:

- de bediening en presentatie van het onderstation is afgestemd op die van het GBS (uniform en eenduidig);
- de soft- en hardware en alle koppelingen met het GBS apart of gecombineerd en softwarematig gesimuleerd worden;
- het onderstation rekenkundige bewerkingen uit kan voeren;
- de reactietijd van het onderstation (invoer/uitvoer) kleiner is dan 2 seconden;
- de gegevensopslag van de registraties en metingen aan het grondwatersysteem plaats vindt in het GBS.

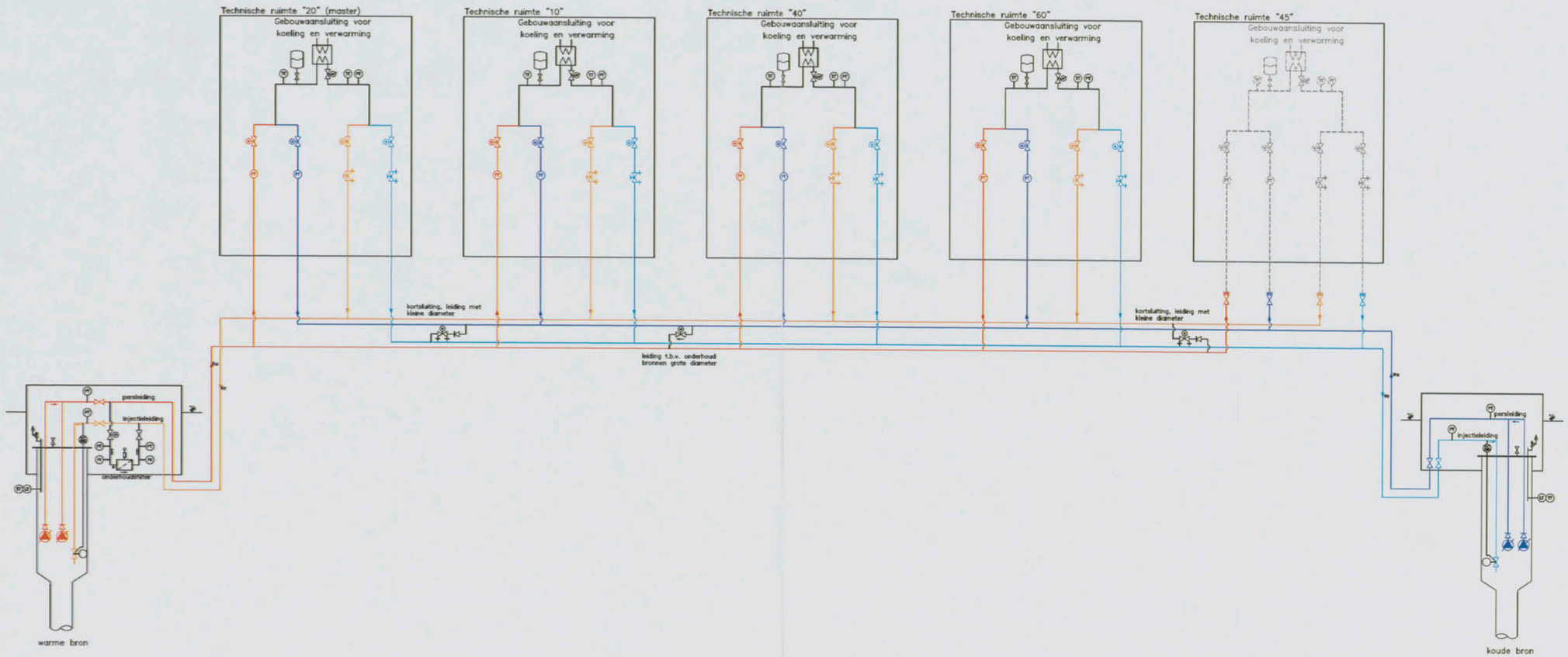
4 Aandachtspunten

Voor het vervolgtraject dienen de volgende aandachtspunten nog besproken / afgestemd te worden:

- het afronden van de diverse vergunningsprocedures:
  - het lozen van het vrijkomende grondwater bij aanleg en periodiek onderhoud;
  - de vergunning Waterwet.
- afstemming wijze van condensorwarmteafvoer en laden koude met de droge koelers grondwaterzijdig op de bebouwinstallatie;
- afstemming over het verloop van het leidingtracé van de koude bron door de technische ruimte van gebouw 45 naar de ringleiding.
- uit ervaring blijken recente inschrijvingen qua prijspeil sterk te fluctueren en ver uit elkaar te liggen als gevolg van de huidige overspannen marktwerking.

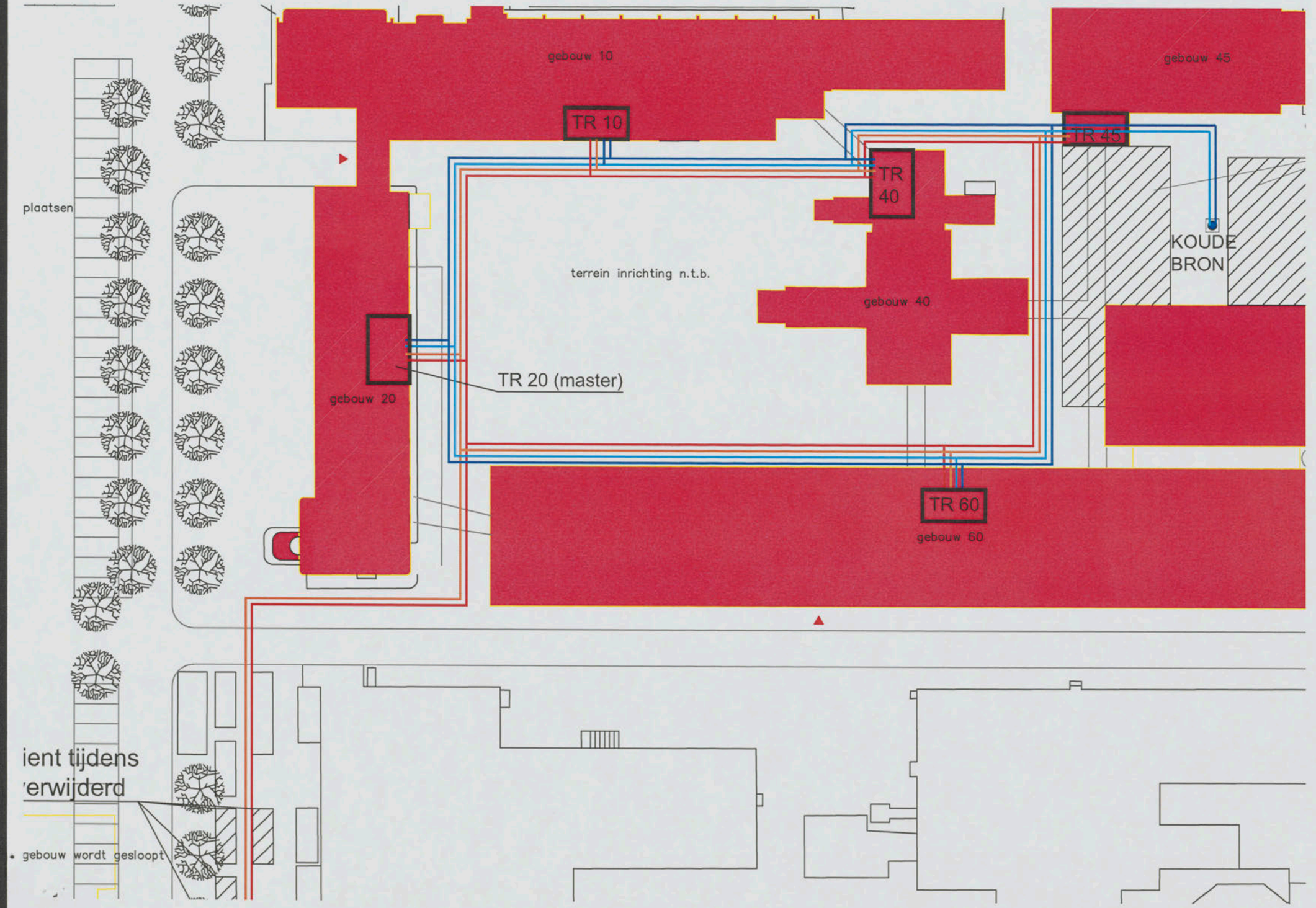
Bijlage 1

Locaties van de bronnen



Project:	Energieopslag hoofdkantoor NLR te Amsterdam				Datum: A: 17-01-2012 B:
Onderwerp:	Principeschema				
Bijlage:	3	Status: V 1.1	Stadium: ontwerp		
Referentie:	61237/HeM	Getek.: BC	School:	Maat:	Form.: A2

if


gebouw 10
gebouw 45
TR 10
TR 45
TR 40
KOUDE BRON
terrein inrichting n.t.b.
gebouw 40
plaatsen
gebouw 20
TR 20 (master)
TR 60
gebouw 60
ient tijdens
'erwijderd
gebouw wordt gesloopt

Bijlage 2

Onderverdeling uitgangspunten per gebouw

Project:	**NLR Amsterdam**
Nummer:	**61237**
Datum:	**14 oktober 2011**

Verwarming

	gebouw		warmtepomp condensor		warmtepomp verdamper		ketel		droge koelers		wko	
gebouw	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh
verhoudingen	100%	100%	50%	75%	80%	80%	50%	25%	1000 h	96%		
G10 (met droge koeler)	280	200	140	150	112	120	140	50	191	191	303	311
G20	140	100	70	75	56	60	70	25			56	60
G40	100	70	50	53	40	42	50	18			40	42
G45 (nog niet aangesloten)	140	100	70	75	56	60	70	25			56	60
G60 (met droge koeler)	370	260	185	195	148	156	185	65	249	249	397	405
totaal	**1.030**	**730**	**515**	**548**	**412**	**438**	**515**	**183**	**440**	**440**	**852**	**878**

dT ontwerp	5	°C
dT gemiddeld	5	°C
qv	147	m³/h
V gemiddeld	151.417	m³
V maximaal	227.126	m³

Koeling

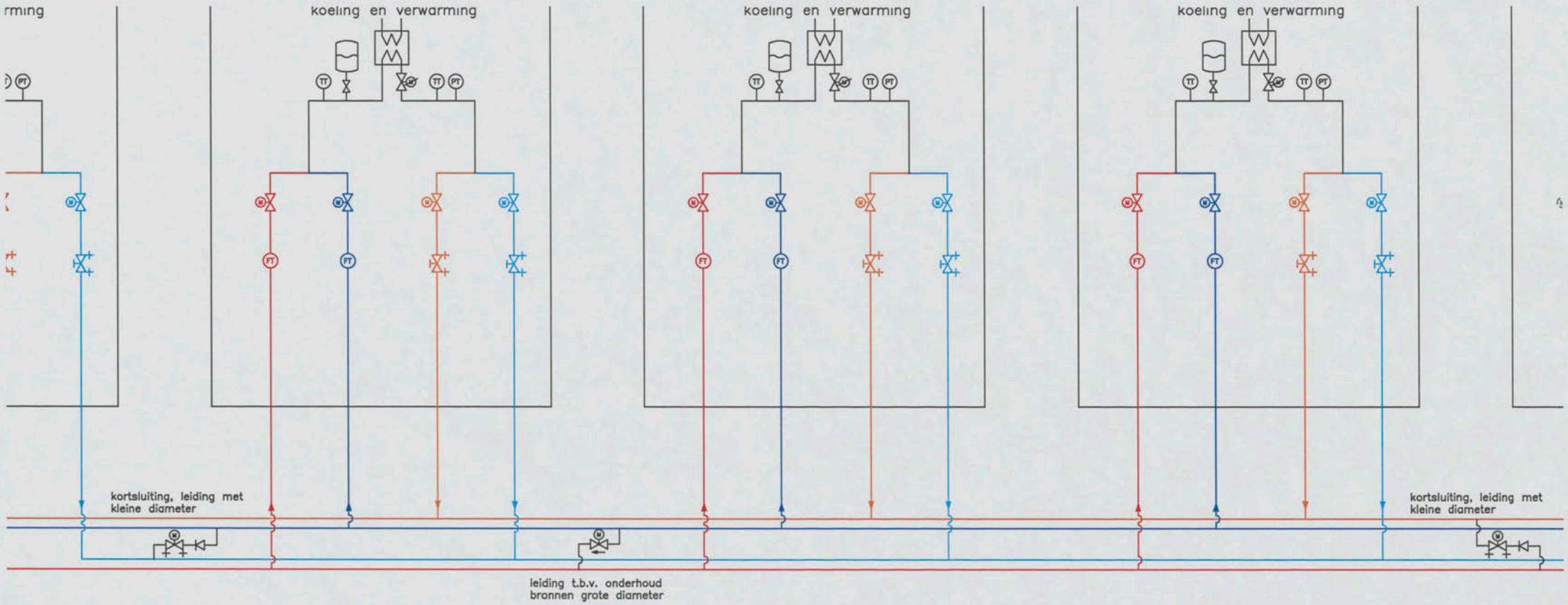
	gebouw		wko		warmtepomp verdamper		warmtepomp condensor		droge koelers		wko	
gebouw	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh	kW	MWh
aandeel zonder droge koeler	100%	100%	100%	100%		0%	125%	125%		0%		
aandeel met droge koeler	0%	0%	100%	70%		0%	125%	125%		30%		
G10 (met droge koeler)	300	240	300	168	112	0	140	0		72	300	168
G20	160	130	160	130	56	0	70	0			160	130
G40	110	100	110	100	40	0	50	0			110	100
G45 (nog niet aangesloten)	160	130	160	130	56	0	70	0			160	130
G60 (met droge koeler)	625	500	625	350	148	0	185	0		150	625	350
totaal	**1.355**	**1.100**	**1.355**	**878**	**412**	**0**	**515**	**0**	**0**	**222**	**1.355**	**878**

dT ontwerp	8	°C
dT gemiddeld	5	°C
qv	146	m³/h
V gemiddeld	151.379	m³
V maximaal	227.069	m³

the scale towards document

Bijlage 3

Principe schema


rming
koeling en verwarming
koeling en verwarming
koeling en verwarming
kortsluiting, leiding met kleine diameter
kortsluiting, leiding met kleine diameter
leiding t.b.v. onderhoud bronnen grote diameter

Bijlage 4

Thermische en hydraulische specificaties TSA's

if

Anthony Fokkerweg

Entree terrein

N

gebouw 10

gebouw 45

TR 10

TR 45

TR 40

oude funderingsstroken

206 parkeerplaatsen

KOUDE BRON

mogelijk lozings punt (Riekerhaven)

terrein inrichting n.t.b.

gebouw 40

gebouw 20

TR 20 (master)

TR 60

gebouw 60

Fietsenstalling, dient tijdens realisatie te zijn verwijderd

bestaand gebouw wordt gesloopt

WARME BRON

0m 5m 10m 15m 20m 25m

Project: Energieopslag hoofdkantoor NLR te Amsterdam

Datum: A: 17-01-2011 B:

Onderwerp: bronlocaties en leidingtracé

Bijlage: 1 Status: V 1.1 Stadium: ontwerp

Referentie: 61237/HeM Getek.: BC Schaal: 1:500 Maat: m Form.: A3

if