techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

Project : Kantoor Westraven te Utrecht

Onderwerp : Voorontwerp voor thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) van het Amsterdam-Rijnkanaal voor de bestaande WKO-installatie

Documentcode : 3158RVDK2-E-MME001C
Status : DEFINITIEF

Rotterdam, 23 juli 2019

initialen + paraaf

| | |
|---|---|
| MME | |

Inhoudsopgave pagina

1. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN ..... 3

2. ALGEMEEN ..... 4
2.1. Inleiding ..... 4
2.2. Startdocumenten ..... 4
2.3. Planning ..... 4
2.4. Tekeningen ..... 4
2.5. Voorschriften en bepalingen ..... 5
2.6. Klimatologische (buiten)condities ..... 5
2.7. Vergunningen en vergunningsvereisten ..... 6

3. TECHNISCHE UITGANGSPUNTEN ..... 7
3.1. Huidige en toekomstige situatie ..... 7
3.2. Regeneratiebehoefte ..... 8
3.3. Systeemopzet TEO ..... 9
3.4. Omschrijving installaties ..... 10
3.4.1. (Eisen aan de-) TEO-installatie ..... 10
3.4.2. Beschikbare watertemperaturen Amsterdam-Rijnkanaal ..... 11
3.4.3. Bestaande droge koeler ..... 12
3.4.4. Distributienet en toebehoren ..... 13

4. INSTALLATIEKOSTEN EN LEVENSDUUR ..... 15
4.1. Investeringskosten ..... 15
4.2. Exploitatiekosten ..... 15
4.3. Resultaten economische haalbaarheid ..... 15

5. PROGRAMMA VAN EISEN EN AANDACHTSPUNTEN VERDERE ONTWERPUITWERKING ..... 16
5.1. Programma van eisen ..... 16
5.2. Plan van aanpak DO-fase ..... 16

Bijlagen (ingebonden):

I. Tekeningen van terreinleidingen, met als kenmerk: 3158RVDX2-V-RAR003A.
II. Nieuw principeschema WKO + TEO, met als kenmerk: 3158RVD-W1-Y-X101 d.d. 19-7-2019.
III. Installatiekostenraming, met als kenmerk: 3158RVDX2-P-MME001B d.d. 23-7-2019.
IV. Blokschema's, met als kenmerk: 3158RVDX2-P-MME001A.
V. Voorstel pompput, met als kenmerk: 3158RVDX2-V-RAR001A.
VI. Plattegrond WKO ruimte met locatie TEO.

# 1. Conclusies en aanbevelingen

Dit rapport bevat het Voorlopig Ontwerp van een TEO-installatie als regeneratievoorziening voor het kantoorpand Westraven. Dit rapport bevat tevens de conclusies ten aanzien van de technische, financiële en organisatorische haalbaarheid van een TEO installatie.

Rijksvastgoedbedrijf (RVB) is voornemens Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) in te zetten in combinatie met het bestaande bodemenergiesysteem van Westraven. Hierbij is het uitgangspunt een standaard te ontwikkelen en toe te passen die ook bij andere projecten toepasbaar is.

### Technische haalbaarheid en systeemopzet

Met betrekking tot de technische haalbaarheid van TEO en de inpassing daarvan in de WKO-installatie kan geconcludeerd worden dat TEO technisch haalbaar is. Uitgangspunt is dat de TEO installatie wordt geïmplementeerd gelijktijdig met vervanging van de energiecentrale (gepland 2022 – 2023). RVB voorziet een aantal aanpassingen in (gebouw-) installaties en gebruik, te weten:

- Toepassing van LED-verlichting.
- Een hogere bezettingsgraad en bijbehorende ventilatiebehoefte.
- Gasloos en energieneutraal maken van de energieopwekking, met als uitgangspunt een monovalent bodemenergiesysteem.

Na verwachting resulteert na bovenstaande wijzigingen een bodemzijdig warmtetekort van ca. 850 MWh per jaar (worst-case). Uit de haalbaarheidsstudie blijkt dat een TEO installatie met een capaciteit van 115 $m^3$/h nodig is om die hoeveelheid warmte bij de gegeven watertemperaturen in het Amsterdam-Rijnkanaal te kunnen invangen. Met oog op de wens van RVB voor standaardisatie, en omdat de toekomstige gebouwaanpassingen nog niet exact bekend zijn, dient de TEO installatie ook geschikt te zijn voor koude-invang.

De TEO installatie is ruimtelijk inpasbaar, deels in de bestaande WKO ruimte, deels in een pompput die is voorzien in het terrein nabij de kade. Bij verdere uitwerking van de pompput moet rekening gehouden worden met eisen van Rijkswaterstaat ten aanzien van de (stabiliteit van de) kade.

### Economische haalbaarheid

De investeringskosten voor de TEO-installatie zijn geraamd op €490.000,- excl. BTW. Dit valt niet binnen het taakstellend budget van €350.000,- excl. BTW . De belangrijkste verklaring voor de overschrijding is dat de regeneratiebehoefte en de gewenste functionaliteit groter cq. uitgebreider zijn dan aangenomen bij het vaststellen van het taakstellend budget.

### Organisatorische haalbaarheid

Voor de TEO-installatie dient een vergunning Waterwet aangevraagd te worden op grond van Artikel 3.4 AWB procedure. Bij het Voorontwerp is rekening gehouden met de eisen uit deze vergunning. Tevens is voor de realisatie van het leidingwerk en de pompput in openbaar terrein een omgevingsvergunning nodig.

# 2. Algemeen

## 2.1. Inleiding

Het Rijksvastgoedbedrijf is voornemens om het kantoor van Rijkswaterstaat, hierna Westraven genoemd, te voorzien van een installatie waarmee Thermische Energie uit Oppervlaktewater (het Amsterdam-Rijnkanaal) onttrokken kan worden voor het regenereren van het bodemenergiesysteem. Dit Voorontwerp beschrijft de belangrijkste ontwerpuitgangspunten en technische kenmerken van de TEO-installatie en functioneert tevens als programma van eisen voor verdere ontwerpuitwerking.

## 2.2. Startdocumenten

De volgende documenten hebben gediend als start voor dit Voorontwerp:
- Principeschema WKO-installatie: 072 PS01 Westraven.
- Tekening bronnen en terreinleidingen: 072-ETP-000-01.
- Evaluatierapport bodemenergiesysteem: ER2016.IA1576/MM.
- BEI-tool versie 3.13 – 1 april 2019.
- Gasverbruik van 2013 t/m 2018.

## 2.3. Planning

- Start uitvoering : nader te bepalen.
- Oplevering : nader te bepalen.

## 2.4. Tekeningen

Voor de bij dit Voorontwerp behorende tekeningen wordt verwezen naar de volgende bijlagen:
- Tekeningen van de terreinleidingen, met als kenmerk: 3158RVDX2-V-RAR003A.
- Nieuw principeschema WKO + TEO, met als kenmerk: 3158RVD-W1-Y-X101.
- Voorstel pompput, met als kenmerk: 3158RVDX2-V-RAR001A.

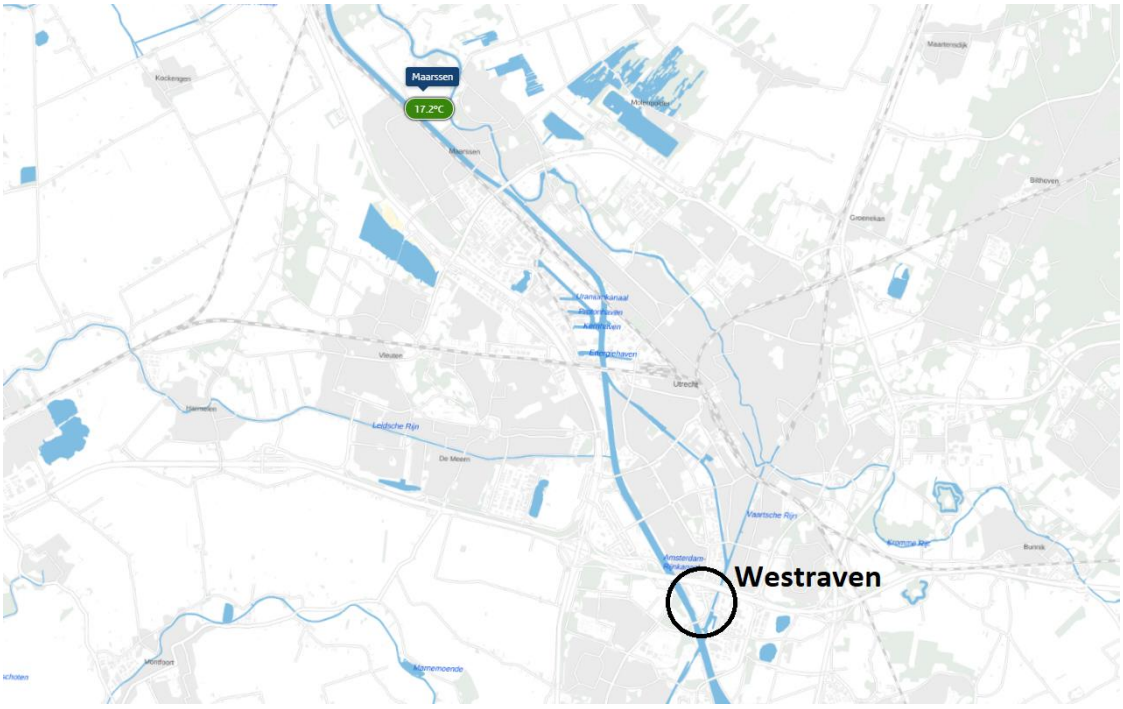
## 2.5. Voorschriften en bepalingen

De installaties zullen zodanig worden ontworpen, dat de aanleg en de toe te passen materialen voldoen aan alle bepalingen en voorschriften van:

- de plaatselijke besluitvormende organen aangaande de gebouwaansluitingen;
- het plaatselijk Bouw- en Woningtoezicht;
- de plaatselijke Brandweer;
- de arbeidsinspectie;
- het Bouwbesluit;
- de wet Grondwaterbeheer;
- de Europese verordening F-gassen;
- de wet Milieubeheer en de Arbo-wet;
- Rijkswaterstaat ten aanzien van het realiseren en beheren van een TEO-installatie ter plaatse van het Amsterdam-Rijnkanaal;
- eventueel andere ter plaatse geldende voorschriften van overheidswege;
- alle keuringsinstanties, goedgekeurd conform de Europese regelgeving en met toestemming van de gemeentelijke Nutsbedrijven;
- het Handboek “Brandbeveiligingsinstallaties” van de Nederlandse Vereniging voor Brandweer-zorg en Rampenbestrijding (NVBR);
- de Machinerichtlijn EMC (89-392/EC);
- de keuringsinstanties KIWA, KEMA, KOMO, VdE en VdS/TNO;
- de beoordelingsrichtlijn BRL 6000:21 (deelgebieden: ontwerpen en installeren van bodemenergiesystemen van woon- en utiliteitsgebouwen);
- alle normen van het Nederlands Normalisatie Instituut, zoals omschreven in de artikelen van dit Voorontwerp.

## 2.6. Klimatologische (buiten)condities

Voor de gehanteerde watertemperaturen zijn historische gegevens gebruikt die afkomstig zijn van http://waterinfo.rws.nl. Daarbij is gebruik gemaakt van watertemperaturen in het Amsterdam-Rijnkanaal nabij het meetpunt Maarssen, zie Figuur 1 voor het meetpunt Maarssen.




**Figuur 1: Meetpunt Maarssen (bron: http://waterinfo.rws.nl)**

## 2.7. Vergunningen en vergunningsvereisten

De volgende vergunningen moeten worden aangevraagd voor aanvang van de realisatie:

- Vergunning Waterwet, procedure conform artikel 3.4 Awb (looptijd maximaal 6 maanden).
- Omgevingsvergunning (voor terreinleidingen en pompput op openbaar terrein).

In een eerste oriënterende afstemming heeft Rijkswaterstaat (bevoegd gezag) aangegeven dat bij het ontwerp van de TEO-installatie rekening moet worden gehouden met onderstaande vereisten:

- Waterinname- en lozingspunten mogen niet in het kanaal uitsteken.
- Voor het innamepunt geldt een maximale innamesnelheid van 0,3 m/s, om het inzuigen van vissen te voorkomen.
- De thermische en ecologische effecten op het oppervlaktewater worden beoordeeld op basis van het CIW rapport Beoordelingssystematiek warmtelozingen van 25 november 2004. Er wordt getoetst aan 3 criteria, opwarming, onttrekking en mengzone.
- Stabiliteit van de damwand mag niet in gevaar komen.

In de toekomst kan het noodzakelijk zijn om ook de huidige vergunning Waterwet voor het bodemenergiesysteem aan te passen, door de aanpassingen met oog op een energieneutraal gebouw. In de vergunning zijn o.m. eisen gesteld aan de maximale jaarlijkse waterverplaatsing. Deze wordt bij het energieneutraal maken van Westraven waarschijnlijk overschreden.

# 3. Technische uitgangspunten

## 3.1. Huidige en toekomstige situatie

De bestaande warmte- en koudeopwekkingsinstallatie van Westraven bestaat uit een bronnensysteem, elektrische warmtepompen, CV-ketels als pieklastvoorziening en een droge koelers voor regeneratie. De regeneratievoorziening is ontworpen en alleen geschikt om koude in te vangen. De werkelijke gebouwvraag en energievraag aan de bodem wijken echter zodanig af van de verwachting, dat in werkelijkheid sprake is van een significant warmtetekort in de bodem. De werkelijke totale gebouwvraag, op basis van het jaar met de grootste onbalans (2016), is gepresenteerd in Tabel 3. De overige jaren vertonen (in mindere mate) ook een grotere warmtevraag dan koudevraag. Het kalenderjaar 2016, als extreme situatie, is gebruikt als startpunt voor dimensionering van de regeneratievoorziening.

| | Warmte | Koude |
|---|---|---|
| **Opgesteld vermogen** | 2.930 kW | 3.120 kW |
| **Jaarlijkse energievraag** | 2.050 MWh | 643 MWh |

**Tabel 1 – Totale gebouwvraag (2016)**

Rijksvastgoedbedrijf en Rijkswaterstaat zijn voornemens om Westraven in de toekomst energieneutraal te maken. Daarnaast is ook een gewijzigde bezettingsgraad voorzien. Beide ontwikkelingen zullen invloed hebben op de energie- en vermogensvraag voor warmte en koude en moeten daarom meegenomen worden in het ontwerp van een regeneratievoorziening.

Tabel 2 bevat de belangrijkste wijzigingen in de installatie en het gebruik die door Rijksvastgoed-bedrijf zijn voorzien, met de bijbehorende gevolgen voor de vermogens- en energievraag. Op dit moment is nog onbekend of ook het bestaande HR++ glas vervangen zal gaan worden voor triple glas, hier is in het VO niet vanuit gegaan omdat dit het warmtetekort in de bodem zou verkleinen. Als gevolg van de beschouwde maatregelen zou er 90 kW meer verwarmingsvermogen opgesteld moeten worden, echter blijkt uit de analyse van de energierapportages van de afgelopen jaren dat de bestaande installatie voldoende verwarmingscapaciteit ‘over heeft’.

| Maatregel | | Vermogen | Energie |
|---|---|---|---|
| **Warmte** | Toepassen ledverlichting van 4 W/m$^2$ | + 73 kW | + 73 MWh |
| | 385 extra personen | - 20 kW | - 20 MWh |
| | Luchtbehandeling als gevolg van extra personen | + 37 kW | + 30 MWh |
| | **Totaal** | **+ 90 kW** | **+ 83 MWh** |
| **Koude** | Toepassen van ledverlichting 4 W/m$^2$ | - 73 kW | - 37 MWh |
| | 385 extra personen | + 20 kW | + 10 MWh |
| | Luchtbehandeling als gevolg van extra personen | + 107 kW | + 24 MWh |
| | **Totaal** | **+ 54 kW** | **- 3 MWh** |

**Tabel 2 – Consequenties van de toekomstige wijzigingen in installatie en gebruik.**

Als de consequenties van toekomstige wijzigingen worden meegenomen in de inschatting van de gebouwvraag, resulteren de uitgangspunten in Tabel 3:

| | Warmte | Koude |
|---|---|---|
| Totale vermogensvraag | 3.020 kW | 3.170 kW |
| Jaarlijkse energievraag | 2.130 MWh | 640 MWh |

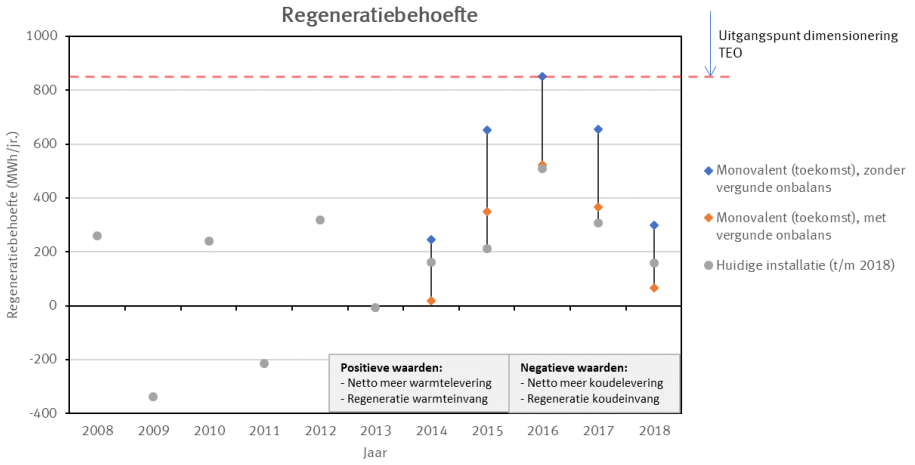
**Tabel 3 – Totale gebouwvraag (toekomstverwachting)**

Om het gebouw energieneutraal te maken zal de bestaande CV pieklastvoorziening vervangen moeten worden door een water-water warmtepomp, aangesloten op het bestaande bodemenergie-systeem. Dit betekent ook dat de energievraag bodemzijdig zal veranderen, en dus de regeneratie-behoefte. De gebouwzijdige energievraag uit Tabel 3 vormt het uitgangspunt voor het ontwerp van de TEO-installatie.

Uit de jaarlijkse monitoringsgegevens van de bronnen blijkt dat de WKO-installatie momenteel niet goed functioneert. De temperaturen die in de koude bron worden geladen, zijn bijvoorbeeld te hoog. Dit heeft als gevolg dat de temperatuur die in de zomer wordt onttrokken uit de bron te hoog is en er onvoldoende koelvermogen aanwezig is. Onze verwachting is dat er meer afgenomen wordt, indien de WKO goed zal functioneren en als gevolg dus meer koelvermogen kan leveren.

## 3.2. Regeneratiebehoefte

Uit een analyse van het gebruik van het huidige grondwatersysteem, met door Rijksvastgoedbedrijf opgegeven evaluatierapportages en gasverbruiken voor 2014 t/m 2018, resulteert de regeneratiebehoefte per jaar in Figuur 2. In werkelijkheid is deze onbalans niet hersteld, omdat dit hydraulisch niet mogelijk was.




**Figuur 2: Regeneratiebehoefte**

In Figuur 2 is tevens de fictieve onbalans geprojecteerd, die zou zijn ontstaan als de gebouwwijzigingen die voor de toekomst zijn voorzien al waren doorgevoerd (zie Tabel 2), en als alle warmte met het bodemenergiesysteem wordt geleverd. De werkelijke bronbalans is afhankelijk van onder meer gebruikersgedrag en buitencondities, en exacte wijzigingen in gebouw en gebruik.

Op dit moment is er een onbalansvergunning voor de bronnen waarbij een koudeoverschot van 124% is vergund. Het toestaan van een beperkt koudeoverschot zou bij een toekomstig monovalent energieconcept problemen kunnen leiden tot thermische kortsluiting van de bronnen en onvoldoende verwarmingscapaciteit. Met oog daarop moet een onbalans volledig worden hersteld en moet energiebalans worden nagestreefd. Bij de dimensionering van de TEO-installatie is van die situatie uitgegaan.

Uit bovenstaande analyse is de volgende regeneratiebehoefte vastgesteld:

| Situatie | Invang |
|---|---|
| Omvang regeneratie (warmtetekort) | 850 MWh warmte |
| Omvang regeneratie (koudetekort) | 0 MWh koude |

**Tabel 4 - Regeneratiebehoefte**

Hoewel uit de analyse blijkt dat er de afgelopen jaren geen koudetekort is opgetreden, en dat de voorziene wijzigingen in installatie en gebruik de kans op een koudetekort eerder verkleinen dan vergroten, is in overleg met het Rijksvastgoedbedrijf bepaald dat de TEO-installatie wel in staat moet zijn om een eventueel koudetekort te herstellen. In paragraaf 3.4.1 is opgegeven hoeveel koude moet kunnen worden ingevangen.

## 3.3. Systeemopzet TEO

De TEO moet in staat zijn om zowel warmte als koude in te vangen. Uitgangspunt is dat de TEO-installatie wordt gerealiseerd tegelijk met het natuurlijke vervangingsmoment van de bestaande energiecentrale van ETP (in 2022 á 2023). Hierbij zou de bestaande droge koeler kunnen vervallen omdat de TEO-installatie de functionaliteit hiervan zal overnemen.

Implementatie van TEO tegelijk met vervanging van de warmtepompen vereenvoudigd de ruimtelijke, regeltechnische en organisatorische inpassing van de techniek. In bijlage II is een nieuw (standaard) principe voorgesteld voor de energiecentrale, bestaande uit nieuwe warmtepompen en een TEO-installatie, aangesloten op het bestaande bodemenergiesysteem en het bestaande distributiesysteem.

Om de volgende redenen zou het niet wenselijk zijn om de TEO-installatie met de gevraagde functionaliteit in te passen in de bestaande energiecentrale:

- Technisch:
  De SKID van ETP is dusdanig compact gebouwd dat het inpassen van nieuwe T-stukken en vergroten van een deel van het leidingwerk fysiek nagenoeg onmogelijk is.

- **Financieel:**
  De regeltechniek van ETP is een gesloten systeem en werkt alleen met ETP-standaarden. Het veranderen van de hydraulisch werking van de SKID zal een kostbare regeltechnische aanpassing vergen die in principe alleen door ETP uitgevoerd kan worden. Op basis van ervaring van eerdere projecten waar dit speelt ramen wij de extra regeltechniekkosten op €100.000 tot €150.000.
- **Organisatorisch:**
  De ingrijpende aanpassing van de regeltechniek en verplichte samenwerking met ETP zal extra afstemming vergen en resulteren in een langere uitvoeringsplanning. Ook zullen de onderhoudsafspraken die met Strukton en haar onderaannemer ETP zijn gemaakt waarschijnlijk moeten worden aangepast omdat de werking van de WKO ingrijpend veranderd wordt.

## 3.4. Omschrijving installaties

### 3.4.1. (Eisen aan de-) TEO-installatie

Om te voldoen aan de ingeschatte regeneratiebehoefte zal de TEO-installatie minimaal aan de in onderstaande tabel weergegeven prestatie-eisen dienen te voldoen:

| Situatie | Warmte invang |
|---|---|
| Omvang regeneratie (warmtetekort) | 850 MWh |
| Debiet TEO-installatie | 115 $m^3/h$ |
| Gemiddeld debiet Amsterdam-Rijnkanaal | 23 $m^3/s$ [1] |
| Totaal nominaal vermogen bij delta T 5K | 680 kW [2] |
| Temperatuurtraject rivierwaterzijdig | 19,5 – 14,5 °C [2] |
| Temperatuurtraject WKO-zijdig (gebouw) | 13 – 18 °C |
| Benodigd jaarlijks aantal draaiuren “warmtelevering” | 1250 uur |
| Maximale afkoeling rivierwater (in de zomer) | 0,80 K |
| Maximale opwarming bij condensorwarmtelozing | 3,0 K |
| Rendement bij warmteinvang (COP) | 60 |

**Tabel 5 - Minimale prestatie-eisen en uitgangspunten TEO – warmte invang**

Het gehanteerde warmtetekort betreft een worst-case scenario. Ook is uitgegaan van een conservatief temperatuurverschil, uitgaande van de bestaande (start)situatie waarin de koude bronnen niet goed geladen zijn. Indien in het vervolgtraject blijkt dat het te verwachten warmtetekort kleiner is (bijvoorbeeld als andere energiebesparende maatregelen worden

[1] Bij de afstandsberekening tussen in- en uitnamepunt is uitgegaan van stilstaand water, omdat het water in twee richtingen stroomt.

[2] De TEO warmtewisselaar (TSA-3) moet geschikt zijn voor het invangen van 1.080 kW warmte bij een temperatuurverschil van 8K (in de situatie waarin het grondwatersysteem goed functioneert).

toegepast), kan er altijd voor een kleiner TEO debiet worden gekozen. Indien onverhoopt een groter warmtetekort wordt verwacht, kan het TEO-debiet worden vergroot tot maximaal 170 $m^3/h$ (gelijk aan het brondebiet). Dit verhoogd de investeringskosten omdat bijvoorbeeld de leidingdiameters moeten worden vergroot.

Met bovenstaande TEO-installatie moet ook koude ingevangen kunnen worden. Uitgaande van een TEO-debiet van 115 $m^3/h$ is het onderstaande technisch haalbaar:

| Situatie | Koude invang |
|---|---|
| Omvang regeneratie (koudetekort) | 800 MWh |
| Totaal nominaal vermogen bij delta T 8K | 1.070 kW |
| Temperatuurtraject rivierwaterzijdig | 5,5 – 13,5 °C |
| Temperatuurtraject WKO-zijdig (gebouw) | 15 – 7 °C |
| Beschikbaar aantal jaarlijkse draaiuren “koudelevering” | 750 uur |

**Tabel 6 - Minimale prestatie-eisen en uitgangspunten TEO – koude invang**

De volgende materiaalkeuze zal worden aangehouden voor de belangrijkste componenten van de TEO-installatie:

| Installatieonderdeel | Uitgangspunt |
|---|---|
| Pompen | 2*50%, RVS 316 pomphuis |
| Platenwarmtewisselaar | Titanium |
| Filters | Zelfreinigend |
| Leidingwerk rivierwaterzijdig | Kunststof, ongeïsoleerd |
| Leidingwerk gebouwzijdig | RVS, dampdicht geïsoleerd |

**Tabel 7 – Materiaalkeuze belangrijkste componenten TEO-installatie**

### 3.4.2. Beschikbare watertemperaturen Amsterdam-Rijnkanaal

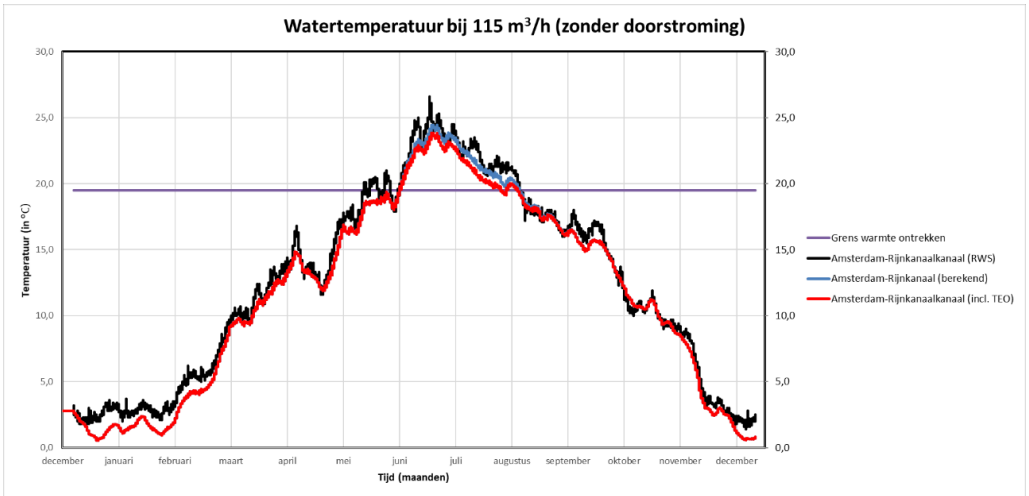
De onderstaande tabel geeft een brandbreedte van het aantal uur per jaar dat de juiste watertemperatuur beschikbaar is (afhankelijk van het beschouwde jaar). Te zien is dat het nagenoeg altijd goed gaat, tenzij het warmtetekort twee keer zo groot is dan voorzien in dit VO.

| Warmtetekort | Draaiuren (nodig) | › 19,5 °C beschikbaar? (data 2010 t/m 2016) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | min . (2011) | gem. | max. (2016) |
| 1.700 MWh (ca. 200%) | 2500 uur/jaar | 1380 | 1900 | 2750 |
| 850 MWh (100%) | 1250 uur/jaar | 1380 | 1900 | 2750 |
| 425 MWh (ca. 50%) | 625 uur/jaar | 1380 | 1900 | 2750 |

**Tabel 8 – Brandbreedte te regenereren warmtetekort**

Vanuit de Waterwet is vereist dat de gemiddelde watertemperatuur van het oppervlaktewater niet meer dan 3 K mag opwarmen bij warmtelozingen. Ondanks dat deze TEO-installatie is ontworpen

voor koudelozingen in plaats van warmtelozingen is de verandering van de gemiddelde watertemperatuur in beeld gebracht, zie Figuur 3. Dit betreft een afkoeling van het rivierwater.




**Figuur 3: Watertemperatuur onder invloed van de TEO-installatie**

Figuur 3 toont de historische watertemperaturen van 2017, de berekende watertemperatuur en de berekende watertemperatuur onder invloed van de TEO-installatie. Te zien is dat de temperatuurs-verandering nihil is. Uit de berekeningen blijkt dat de verandering maximaal 0,80 K bedraagt.

### 3.4.2.1. Ruimtebeslag TEO-installatie

De TEO-installatie zal deels in de WKO-ruimte opgesteld worden, en deels in een nieuw te bouwen betonput in de oever van het Amsterdam-Rijnkanaal.:

- Het ruimtebeslag van de in de WKO techniekruimte op te stellen TEO-installatieonderdelen bedraagt circa 3.000 x 2.000 x 2.000 mm (b x d x h). Ter plaatse is geconstateerd dat er voldoende ruimte is voor de TEO-installatie. De beoogde locatie is indicatief aangegeven in bijlage VI. De voorkeur heeft opstelling van de componenten dicht(er) bij de opwekkingsinstallatie, bij ontwerp van de nieuwe energiecentrale moet worden onderzocht of dit haalbaar is.
- De benodigde ruimte voor de pompput nabij het Amsterdam-Rijnkanaal bedraagt circa 1.500 x 2.000 x 2.000 mm (b x d x h). Aangezien de oever onbebouwd is lijkt dit ruimtelijk inpasbaar. Bij de ontwerpuitwerking moet worden getoetst of de pompput de constructie van de damwand en de kade niet verzwakt. De oever is openbaar terrein, dus een omgevingsvergunning moet worden aangevraagd.

### 3.4.3. Bestaande droge koeler

De bestaande droge koeler kan op dit moment ingezet worden ten behoeve van koudeinvang en condensorwarmtelozing. Na toepassing van TEO worden beide functies overgenomen door de TEO installatie, waarmee de bestaande droge koeler niet langer nodig is en verwijderd kan worden (na einde levensduur).

### 3.4.4. Distributienet en toebehoren

#### 3.4.4.1. Inkoppeling op gebouwinstallatie

De TEO-installatie maakt hydraulisch en regeltechnisch onderdeel uit van de (nieuwe) energiecentrale. De nieuwe energiecentrale moet worden aangesloten op het bestaande distributie- en afgiftesysteem. Naar verwachting zijn daarbij ook aanpassingen nodig aan de circulatiepompen in het distributiesysteem.

#### 3.4.4.2. Terreinleidingen




**Figuur 4: Terreinleidingen TEO-installatie**

Op basis van de ontvangen tekeningen van de terreinleidingen en kruipruimte in Westraven zijn de terreinleidingen ten behoeve van het inname- en lozingspunt ontworpen. In eerste instantie is getracht de leidingen door de kruipruimte heen te leiden (de kortste route), dit lijkt echter niet mogelijk. Derhalve is er voor gekozen om de terreinleidingen zoals in Figuur 4 te dimensioneren. Daarbij moet een aantal aandachtspunten in het definitief ontwerp verder onderzocht worden:

- Eventuele conflicten met in het terrein aanwezige kabels- en leidingen.
- In de buurt van het beoogde lozingspunt is reeds een bestaand lozingspunt ten behoeve van hemelwater aanwezig. In het definitief ontwerp dient onderzocht te worden of hiervan gebruik gemaakt zou kunnen worden.

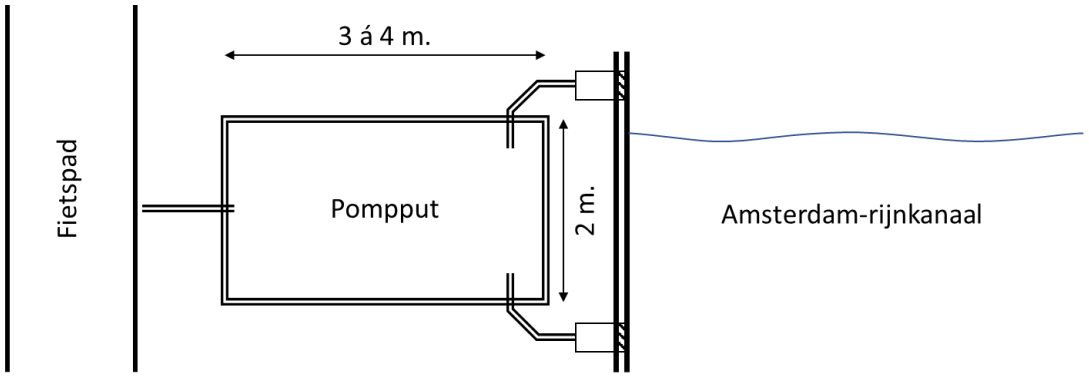
De afstand tussen het inname- en lozingspunt van de TEO-installatie is onder meer afhankelijk van de stromingsrichting en -snelheid van het rivierwater. Uit een analyse van de meetgegevens van het Amsterdam-Rijnkanaal blijkt dat de stromingsrichting en -snelheid in het Amsterdam-Rijnkanaal varieert. Als uitgangspunt is genomen dat het rivierwater stil staat. De afstand tussen inname- en

lozingspunt van de TEO-installatie dient minimaal 100 meter te zijn. Vanwege de wisselende stromingsrichting wordt geadviseerd om het inname- en lozingspunt op verschillende hoogtes in de kade te realiseren, om thermische kortsluiting te voorkomen.

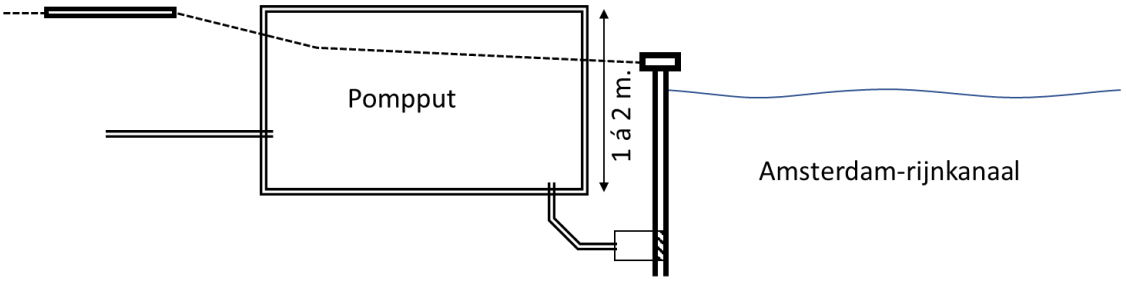
### 3.4.4.3. Bouwkundige en civieltechnische voorzieningen

Ten behoeve van de TEO-installatie zullen bouwkundige en civieltechnische voorzieningen getroffen moeten worden. Deze betreffen enerzijds inpandige voorzieningen zoals het aanpassen van de WKO-ruimte om de TSA te plaatsen en anderzijds terreinvoorzieningen zoals het realiseren van een pompput voor het innamepunt zoals in Figuur 6 weergegeven.

De TEO circulatiepompen kunnen niet inpandig geplaatst worden omdat het drukverschil dan te groot is (grote afstand tot het water). Ook met oog op onderhoud (schoonspoelen inlaat) is een positie nabij de kade wenselijk. Om deze redenen is een pompput voorzien.




**Figuur 5: Voorstel pompput aan het Amsterdam-Rijnkanaal (bovenaanzicht)**




**Figuur 6: Voorstel pompput aan het Amsterdam-Rijnkanaal (dwarsdoorsnede)**

Bij het realiseren van de pompput aan het Amsterdam-Rijnkanaal zijn een aantal aandachtspunten waar rekening mee gehouden dient te worden:

- Het Rijksvastgoedbedrijf en Rijkswaterstaat hebben input gegeven voor verdere uitwerking van de pompput/innamepunt.
- Bij verdere ontwerpuitwerking dient ook onderzocht te worden of ankerstangen ten behoeve van de stabilisatie van de damwand nodig zijn, vanwege het creëren van een opening in de damwand.

# 4. Installatiekosten en levensduur

## 4.1. Investeringskosten

Voor de TEO-installatie is een raming (zie bijlage III) van de investeringskosten opgesteld. De kosten voor een TEO-installatie zijn geraamd op €490.000,- excl. BTW. De herinvesteringskosten na 15 jaar zijn geraamd op €135.000,- excl. BTW. Deze bestaan uit vervanging van de pompen, filters en een herziening van de regeltechniek.

## 4.2. Exploitatiekosten

De exploitatiekosten voor de TEO-installatie bestaan uit energielasten, onderhouds- en beheerkosten. In de onderstaande tabel zijn de jaarlijkse exploitatiekosten weergegeven.

| Criteria | TEO-installatie |
|---|---|
| Energielasten | € 1.600 |
| Onderhoud | € 8.700 |
| Beheer | € 2.500 |
| **Totale jaarlijkse exploitatiekosten TEO** | **€ 12.800** |

**Tabel 9 – Exploitatiekosten TEO per jaar (excl. BTW)**

## 4.3. Resultaten economische haalbaarheid

De investeringskosten zijn geraamd op €490.000,-, dit overschrijdt het taakstellend budget van €350.000,- met €140.000,- (alle bedragen zijn excl. BTW).

De belangrijkste redenen voor de overschrijding van het taakstellend budget zijn:

- Het taakstellend budget is gebaseerd op een installatie van 80 $m^3$/h, de ontworpen TEO-installatie heeft een debiet van 115 $m^3$/h.
- Het realiseren van een monovalent systeem zal er voor zorgen dat het warmtetekort in de bodem groter wordt. Om het warmtetekort in de bodem te regenereren is een grotere installatie nodig.
- De huidige WKO-installatie werkt niet naar behoren. De bronzijdige temperatuurverschillen zijn nog maar 50% van de ontwerpwaarde.
- De TEO-installatie heeft een meer uitgebreide functionaliteit (ook koude-invang bijvoorbeeld).
- De afstand van de WKO ruimte met de TEO warmtewisselaar tot het oppervlaktewater is relatief groot.

# 5. Programma van Eisen en aandachtspunten verdere ontwerpuitwerking

Op basis van de bevindingen en besluiten uit de VO-fase is het volgende Programma van Eisen geformuleerd met uitgangspunten voor de uitwerking tot een Definitief Ontwerp.

In paragraaf 5.2 is een overzicht gegeven van de werkzaamheden die in de DO-fase zullen worden verricht.

## 5.1. Programma van eisen

Onderstaande tabel bevat de belangrijkste eisen waaraan de te verder ontwerpen installatie moet voldoen. Deze zijn voortgekomen uit het voorlopig Ontwerp en kunnen dienen als uitgangspunten voor de verdere ontwerpuitwerking.

| Aspect | Eis | Toelichting |
|---|---|---|
| Besparing energie-inkoop WKO | 4 - 8% (elektriciteit) | -4,3 % (670 MWh in plaats van 700 MWh met een droge koeler) |
| $CO_2$-reductie | 15.000 Kg $CO_2$ per jaar | 19.470 kg (32.450 › 12.980 kg) |
| Onderhoudsarm | Voorkomen verontreiniging<br>Zelfreinigende filters<br>Monitoring op afstand | |
| Beschikbaarheid TEO | 24/7/365 | |
| Functionaliteit | Warmteinvang<br>Koudeinvang en voorkoelen<br>“Warme bron” warmtepomp in tussenseizoen<br>Condensorwarmtelozing | |
| Dimensionering | Herstel (br)onbalans 850 MWh warmte | |
| Uitvoering waterinname- / lozing | Conform eisen RWS<br>Conform eisen Waterwet<br>Zoveel mogelijk “universeel” | |
| Planning | Realisatie TEO gelijktijdig met geplande vervanging warmte-pompen (2022 – 2023) | |

**Tabel 10 – Programma van eisen aan de TEO-installatie**

## 5.2. Plan van aanpak DO-fase

In deze projectfase wordt de TEO-installatie met prestaties, kwaliteitseisen en capaciteiten uitgewerkt tot een definitief ontwerp en vastgelegd. Daarnaast zullen de vergunningsaanvragen worden voorbereid. De DO-fase heeft een totale doorlooptijd van 4 weken.

Het bovenstaande programma van eisen en dit Voorontwerp vormen het uitgangspunt voor het Defintief Ontwerp van de TEO-installatie.

Tijdens het Definitief ontwerp van de TEO-installatie zijn de volgende werkzaamheden voorzien:
- Systeemconcept energiecentrale bovengronds, conform BRL 6000-21 (berekeningen).
- Definitief Ontwerp TEO-centrale bovengronds (tekeningen en selecties).
- Bestaande situatie opnemen + Click-melding + uitwerking sparingen, schachtruimte, etc.
- Herijken V&G risico-inventarisatie en evaluatie.
- Leveren bijdrage Installaties aan aanvraag reguliere bouwvergunning eerste fase.
- Herijken installatiekostenraming en levensduuranalyse (incl. raming exploitatiekosten).
- Maken schriftelijke toelichting Definitief Ontwerp Installaties.
- Herijken algemene RI&E.
- Voorbereiding vergunningsaanvragen.

De nodige constructieve- en civieltechnische advieswerkzaamheden zijn niet onze expertise, verzoek aan Rijksvastgoedbedrijf is om hiervoor derden bij het project te betrekken.

Voor de verdere ontwerpuitwerking dient in het bijzonder rekening gehouden te worden met een aantal aandachtspunten:
- De pompput en het innamepunt dienen verder uitgewerkt te worden, waarbij de richtlijnen die vanuit Rijkswaterstaat zijn verkregen in acht worden genomen.
- Verdere afstemming met de vergunningsverlener(s) om eventuele obstakels te voorkomen.

De DO-fase kan worden aangevangen na akkoord op het Programma van Eisen en nadat de volgende startinformatie door het Rijksvastgoedbedrijf ter beschikking is gesteld:
- Tekeningen kabels en leidingen in het terrein van Rijkswaterstaat (bronleidingen, nuts tracés, waterafvoerleidingen etc.) evenals doorsnedes over het terrein/de kade, in DWG formaat.
- Tekeningen van de constructie van de kadewand (door Rijkswaterstaat).
- De nodige bouwkundige tekeningen (plattegronden en doorsneden) van de energiekelder en naastgelegen ruimten (tekeningen ABT?), in DWG.
- Voorbeeld van- of format voor algemene RI&E.

**Bijlage I - Terreinleidingen TEO**
**3158RVDX2-V-RAR003A**



**Bijlage II - Nieuw principeschema**
**WKO + TEO**

Nieuwe energiecentrale | Bestaande installatie Homij

WP-2 + 1400kW

WP-1 + 600kW

WP-2 – 1050kW

WP-1 – 450kW

55°C

BUFFER

Ontgasser

Vulinrichting

Watermeter (incl. puls)

KTW

40°C

10%

10°C

6-10°C

Luchtcompressor

Zelfreinigend filter

Spui

>19,5°C

TEO

TSA-3 dTin=1,5K

2x50%

Gebouwgrens

100-120m³/h

Amsterdam-Rijnkanaal

2x0/0 & 2xR

(nood)

TSA-1a 1580 kW dTin = 9K

TSA-2

13°C

21°C

14-18°C

18°C

7-9°C

15-17°C

kWh

RK

br

Ondergronds deel bodemenergie (bestaand)

KB 2x85m³/h

WB 2x85m³/h

## LT Warmte:

Met het bodemenergiesysteem kan ca. 2.000 kW warmte worden geleverd.

## HT Koude:

Met het bodemenergiesysteem kan ca. 3.100 kW koude worden geleverd.

Legenda

(zwart) nieuw

(grijs) bestaand

techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU
Gebouw Eurogate I
Watermanweg 102
3067 GG Rotterdam
Postbus 8280
3009 AG Rotterdam
T (010) 456 23 11
E adviseurs@techniplan.nl
I www.techniplan.nl

| | |
|---|---|
| project: WESTRAVEN TE UTRECHT | wijz. A: / wijz. B: / wijz. C: / wijz. D: |
| onderdeel: WERKTUIGKUNDIGE INSTALLATIES (STANDAARD) NIEUWE WARMTE & KOUDE OPWEKKING (WKO) + TEO | PRINCIPESCHEMA |
| projnr.: 3185RVD | disc.: W |
| blad: – | van: – |
| formaat: A1 | schaal: N.V.T. |
| getekend: AGR | datum: 19-07-2019 |
| gezien: MME | tek.nr.: W1-X101 |

techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

Project : **Westraven te Utrecht**
Onderwerp : **Bijlage III - Kostenraming TEO-installatie**
Bedragen excl. BTW, prijspeil 2019

# Investeringskosten

## TEO-installatie (in nieuwe energiecentrale)

### Opwekking

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - TEO-installatie, bestaande uit: | | | 1 x | 115 m³/h | € | 1.327 | | |
| ** Warmtewisselaar van titanium incl. lekbak* | *LMTD 1,5 K* | | 1 x | | *€* | *30.625* | € | 31.000 |
| ** Zelfreinigende filters* | | | 1 x | | *€* | *20.000* | € | 20.000 |
| ** Stelpost spoelaansluiting, pompen en appendages* | | | 1 x | | *€* | *50.000* | € | 50.000 |
| ** Aanzuigkorf* | | | 2 x | | *€* | *6.500* | € | 13.000 |
| ** Appendages en toebehoren* | | | 1 x | | *€* | *15.000* | € | 15.000 |
| - Inkoppeling in nieuwe energiecentrale | | | 1 x | | | | € | 10.000 |
| - Innamepunt oppervlaktewater (incl. pompput) | | | 1 x | | | | € | 40.000 |
| - Leiding rivierwater in grond | | (PE DN150) | 1 x | 130 m | € | 270 per m | € | 35.000 |
| - Leiding rivierwater in grond | | (PE DN150) | 1 x | 230 m | € | 243 per m | € | 56.000 |
| - Leiding rivierwater inpandig | | (PE DN150) | 2 x | 80 m | € | 230 per m | € | 37.000 |
| - Bemetering Rivierwater TSA | | | 1 x | 1.068 kWth | € | 5 per kWth | € | 5.000 |
| - Montage en toebehoren | | | 1 x | 53.722 m²BVO | € | 0 per m² | € | 20.000 |
| Totaal opwekking | | | | | | | € | 332.000 |

| **Elektrotechnische installatie** | # | Capaciteit | Specifieke kosten | | |
|---|---|---|---|---|---|
| - Voeding en regelbekabeling | 1 x | 1.300 m | € 15 | per m | € 20.000 |
| - Stelpost aanpassing HVK | 1 x | | € 0 | per $m^2$ | € 5.000 |
| - Verwarmingselementen pompput | 1 x | 20 $m^2$ | € 25 | per $m^2$ | € 1.000 |
| Subtotaal elektrotechniek | | | | | € 26.000 |

| **Algemeen** | # | Capaciteit | Specifieke kosten | | |
|---|---|---|---|---|---|
| - Subsidie TEO systeem (EIA) | | n.v.t. | EIA: | 0,0% | € - |
| - Bouwkundige voorziening (opstortingen, sparingen etc.) | 1 x | 20 m² | € 750 | €/m² | € 15.000 |
| - Diversen installaties pompput | 1 x | 20 m² | € 200 | €/m² | € 3.000 |
| - Regeltechniek | | | | 15% | € 54.000 |
| Totaal algemeen | | | | | € 72.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Totaal - Opwekkinginstallatie** | € 8 | per $m^2$ | **€ 430.000** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Totaal - Installatiekosten** | € 8 | per $m^2$ | **€ 430.000** |

## Staartkosten

| | | | |
|---|---|---|---|
| - Engineering | | 10% | € 36.000 |
| - Onvoorzien | | 5% | € 22.000 |
| **Totaal - Staartkosten** | | | **€ 58.000** |

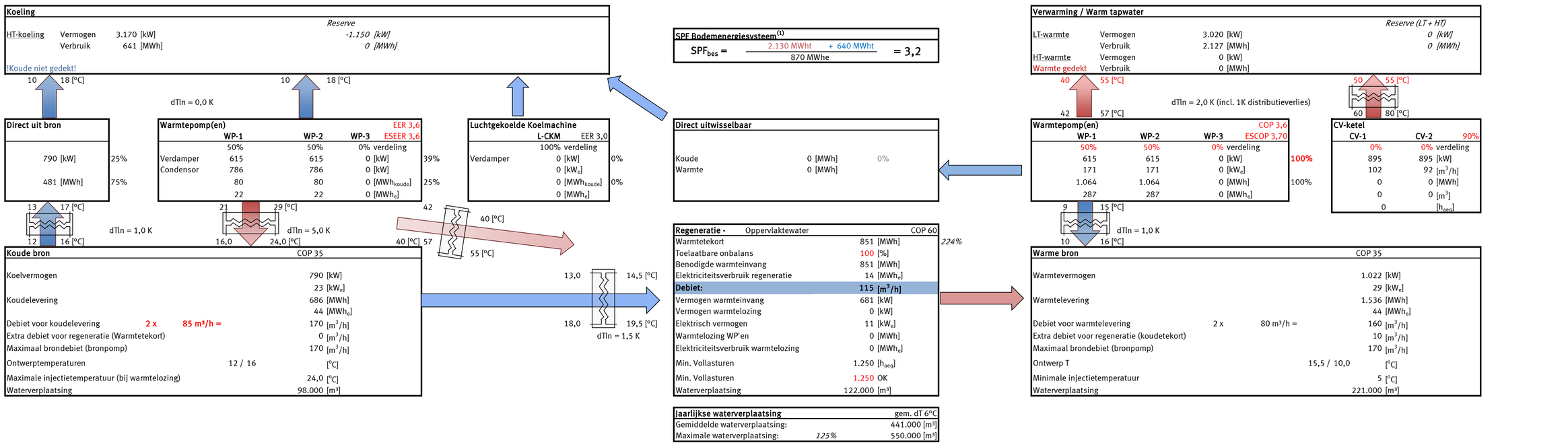
| | | | |
|---|---|---|---|
| **Totaal - Investeringskosten** | € 9 | per $m^2$ | **€ 490.000** |

*<u>Niet inbegrepen in deze raming:</u>*
** Onderzoek-, adviseurs- en begeleidingskosten (installatietechnisch, civieltechnisch, constructief)*
** Kosten vergunning(aanvraag) en evt. leges*
** Toeslagen aannemers (bijvoorbeeld winst- en risico)*

techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

Project : **Westraven te Utrecht**
Onderwerp : **Bijlage IV - Blokschema: WKO met TEO en CV-ketel**
Fase: **Voorlopig Ontwerp (niet-optimale werking WKO)**

## Warmte- / koudeopwekking - Blokschema




(1) COP's warmtepompen inclusief energieverbruik circulatiepompen verdamper en condensor / COP bronnen inclusief gebouwzijdige circulatiepomp bron-TSA / COP droge koeler inclusief circulatiepompen droge koeler circuit en droge koeler TSA, inclusief 20% onvoorzien elektriciteitsgebruik.

## Explotatiekosten - WKO

| Energie | | ASW | Verbruik [/jaar] | | Vastrecht [/jaar] | Verbruik [/jaar] | Vastrecht [€/jaar] | Verbruik [€/jaar] | Totaal [€/jaar] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aardgas | | 1.970 kW | 0 m³ | | | 0,65 €/m³ | € - | € - | € - |
| Elektriciteit | 1 | 14 kWe | 15 MWhe | | | 107,40 €/MWh | € - | € 1.600 | € 1.600 |
| Totaal energie inclusief 20% onvoorzien vermogen en 20% onvoorzien verbruik | | | | | | | € - | € 1.600 | **€ 1.600** |

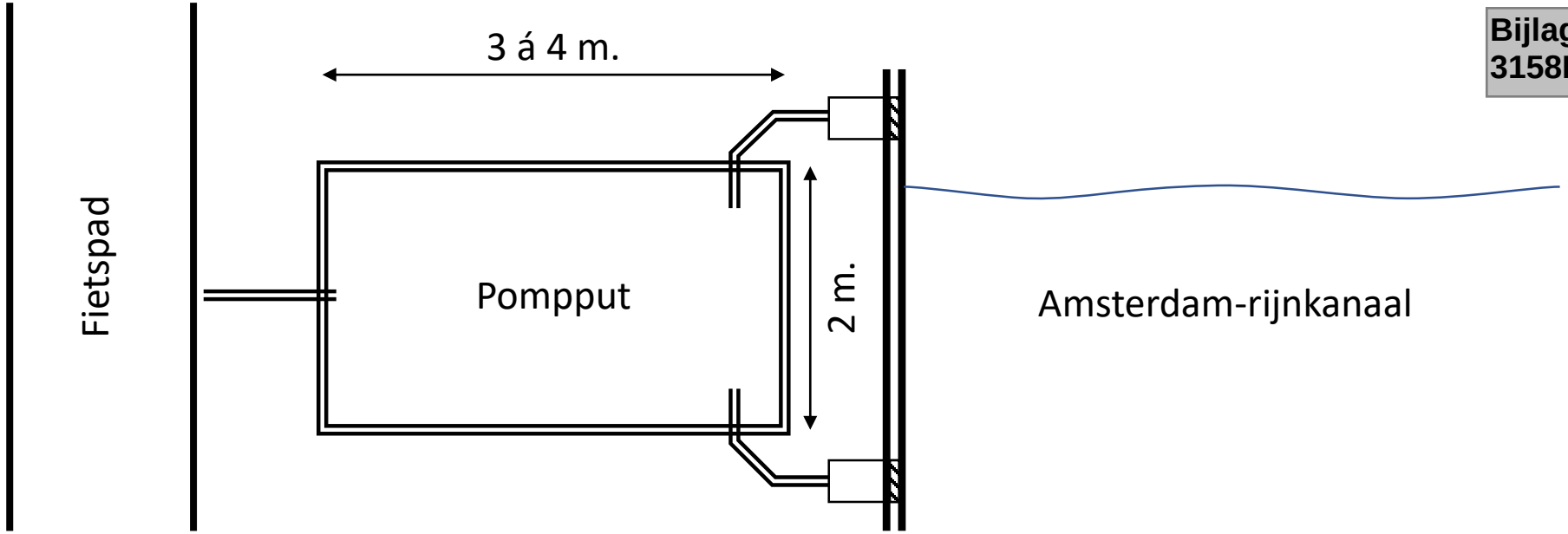
| ONDERHOUD & BEHEER | Investering [€] | | jaar 1-15 | jaar 16-30 | Gemiddeld | Totaal [€/jaar] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Onderhoudskosten | € 433.000 | | 1,5% | 2,5% | 2,0% | € 8.700 |
| Beheerskosten | | | | | 0,90 €/MWh | € 2.500 |

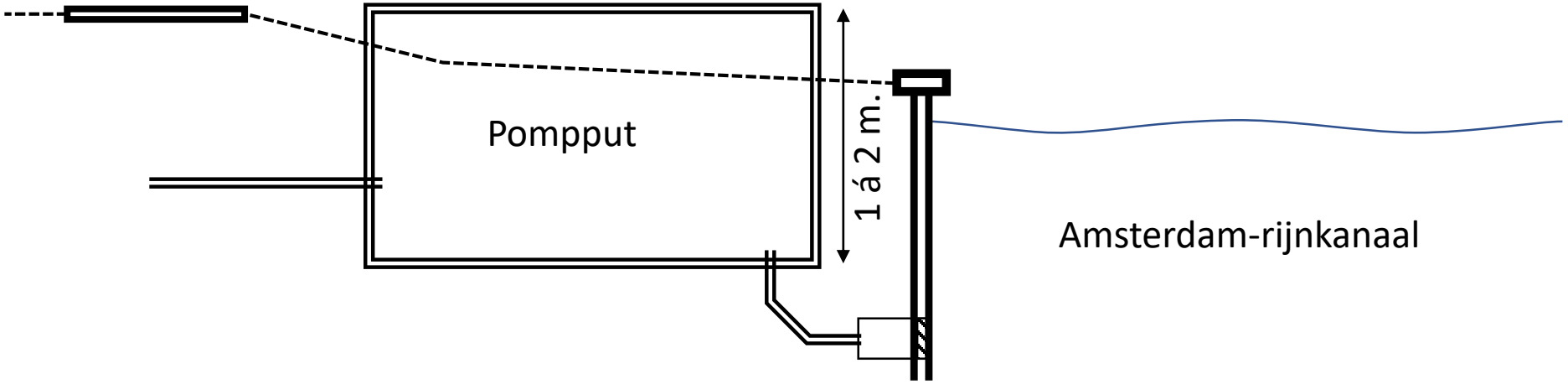
| Totale exploitatiekosten per jaar | **€ 12.800** |
|---|---|

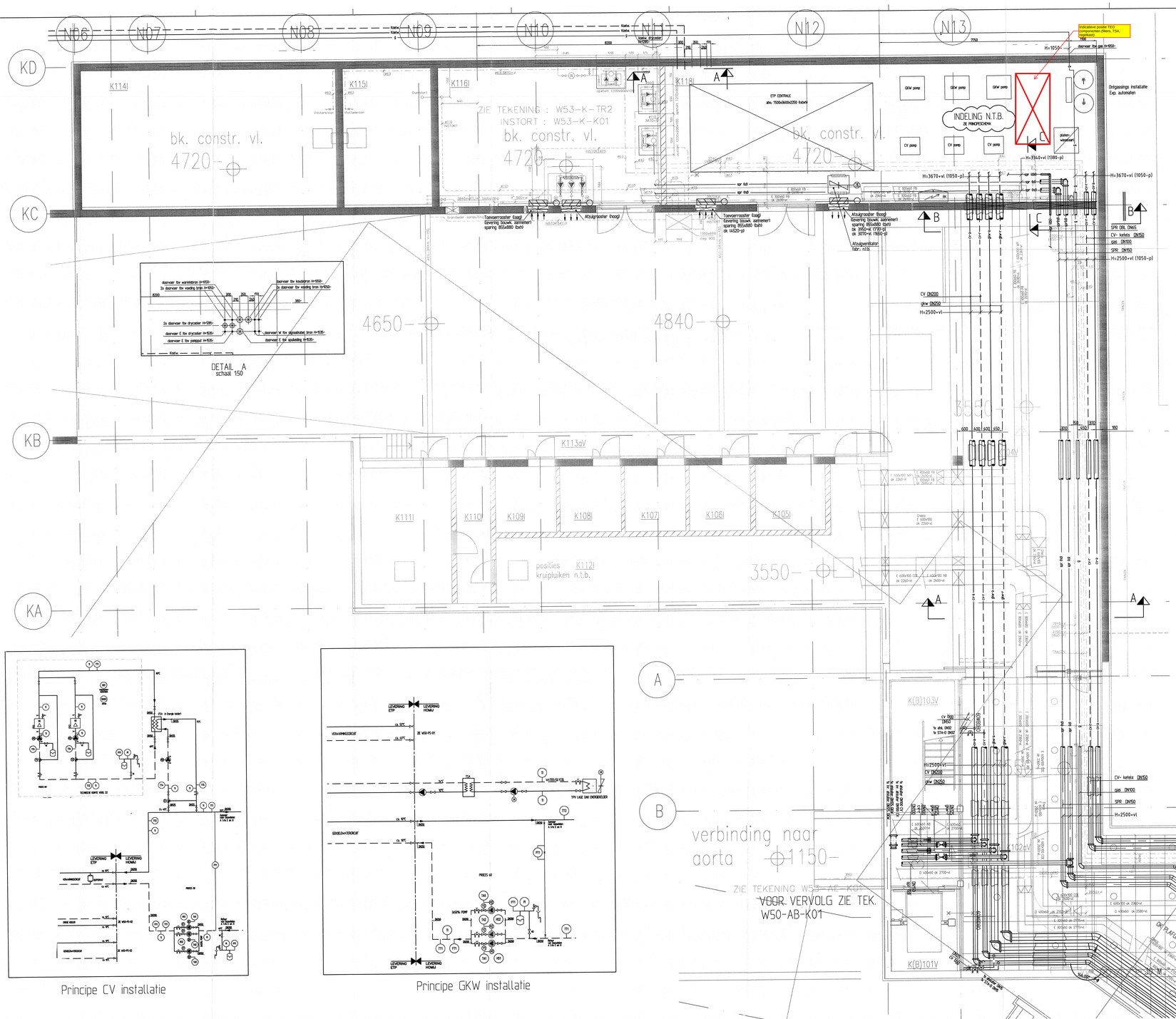
## Milieu effect

| WKO | | Primaire energie | | $CO_2$-uitstoot (grijze stroom) | | $CO_2$-uitstoot (groene stroom) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - Aardgas | 0 [m³] | 0 [GJ] | | 1,89 kg/m3 | 0 [kg] | 1,89 kg/m3 | 0 [kg] |
| - Elektriciteit | 15 [MWhe] | 135 [GJ] | | 0,65 kg/kWh | 9.735 [kg] | 0,0 kg/kWh | 0 [kg] |
| **Totaal** | | **135 [GJ]** | | | **9.735 [kg]** | | **0 [kg]** |

**Bijlage V - Voorstel pompput**
**3158RVDX2-V-RAR001A**



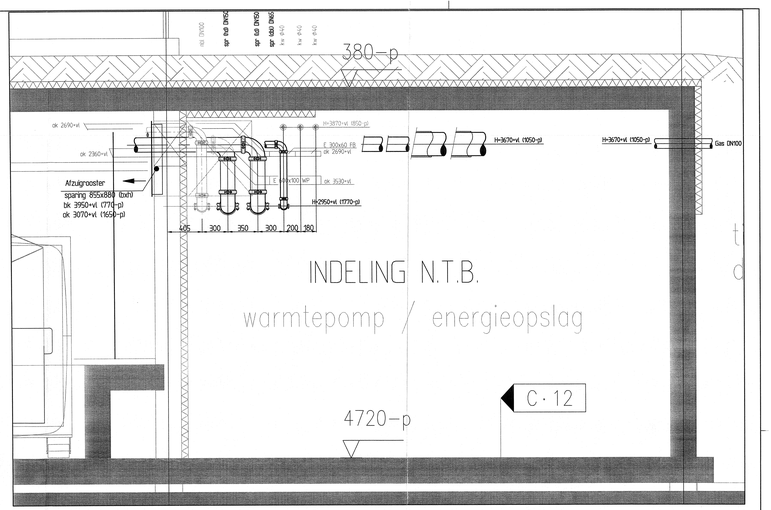




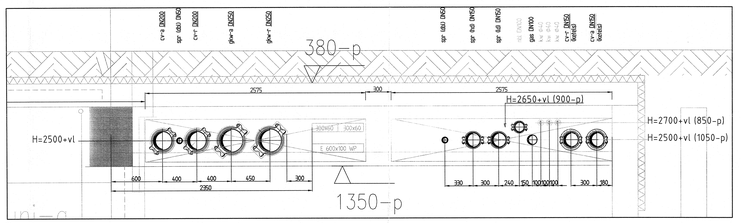

Principe CV installatie



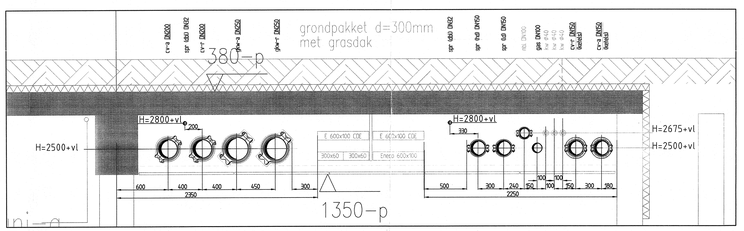
Principe GKW installatie




DOORSNEDE C-C
schaal 1:20

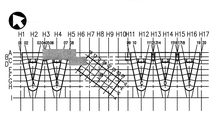



DOORSNEDE B-B
schaal 1:20




DOORSNEDE A-A
schaal 1:20

BRINK M & A
03 OKT 2006
DEFINITIEF



Bijlage VI

techniplan adviseurs bv
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU

23-7-2019

Plattegrond WKO ruimte met TEO (indicatieve positie)

| | |
|---|---|
| Bouwkundige ondertekger | 7891-1-01 3 15-10-05 |
| Project | KANTOORGEBOUW WESTRAVEN UTRECHT |
| Installatie | CV- en GKW INSTALLATIES Energiekelder |
| Datum | 29-06-2006 |
| Schaal | 1 : 50 |
| Get. | RBR |
| Gec. | BvdM |
| Status | DEFINITIEF |
| A | RBR 20-09-06 |
| Nr | Gewijzigd Datum |
| Auteursrecht voorbehouden | |
| Projectnr | 160123 |
| File naam | W50-H-K03 |

Technische Installaties bv
Amsterdam - Deventer - Geleen - Groningen - Nieuwegein - Rijswijk - Rotterdam - Weert

HOMU Consulter Services