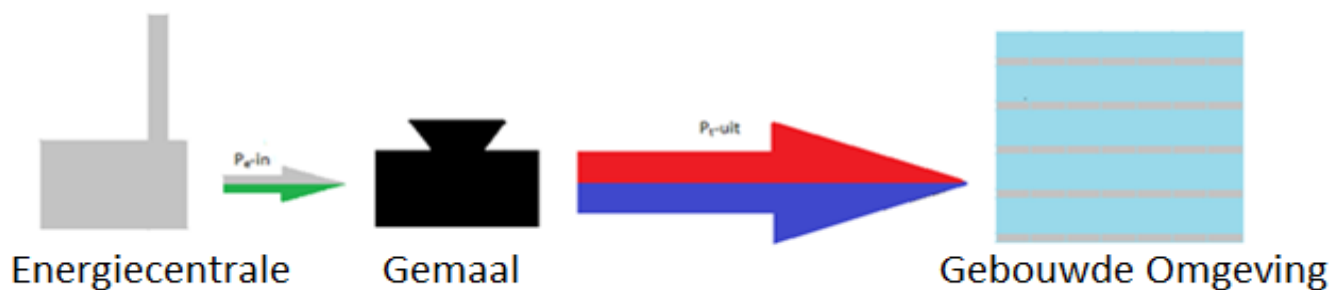


Energieneutraal Gemaal

Onderzoek naar synergie tussen waterbeheer (kwantiteit & kwaliteit) en productie van hernieuwbare thermische energie in en rondom gemalen van het hoogheemraadschap van Delfland in het kader van SMART polders



Opdrachtschrijving

Onderzoek doen naar de onttrekking van thermische energie aan oppervlaktewater in synergie met waterbeheer in en rondom gemalen. Het onderzoeksgebied is het hoogheemraadschap van Delfland en eventueel andere waterschappen/hoogheemraadschappen. Onderzocht wordt welke gemalen kansrijk zijn waarbij geselecteerd wordt op gestelde randvoorwaarden. De uitwerkingen van de verschillende onderdelen (berekening energieprestatie, ontwerp en R.O.I.) zijn in concept vorm.

ENERGIENEUTRAAL GEMAAL

Onderzoek naar synergie tussen waterbeheer (kwantiteit & kwaliteit) en productie van hernieuwbare thermische energie in en rondom gemalen van het hoogheemraadschap van Delfland in het kader van SMART polders

Afstudeerder: Diederik Kroezen

Studentnummer: 09084320

E-mail: d.c.kroezen@student.hhs.nl

Opleiding: Haagse Hogeschool, Climate & Management

Coaches: Fred Zoller en Bjørn Jansen

Afstudeerbedrijf: IF Technology

Bedrijfsmentor: Barry Scholten

Datum: 11 juni 2014

Samenvatting

Waterschappen zijn overeengekomen met het Rijk om in 2020 de CO₂ - emissies met 30 procent te reduceren ten opzichte van 1990. (Europa decentraal, 2013) Het terugdringen van de energievraag van waterschappen staat lijnrecht tegenover een goed waterbeheer. Voor een goed waterbeheer moeten vele honderden gemalen dagelijks grote hoeveelheden water verpompen. (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2013) Om toch aan doelstellingen van dit akkoord te voldoen kan wellicht buiten de gebaande paden getreden worden. De centrale vraag binnen dit afstudeerrapport is:

Hoe kan een kansrijk gemaal rendabel energieneutraal functioneren door het onttrekken van hernieuwbare thermische energie uit passerend oppervlaktewater?

De doelstelling van dit onderzoek is door het beantwoorden van de onderzoeksvraag vast te stellen of het SMART Polder concept versterkt kan worden. De gedachte achter dit concept is polders transformeren naar toekomstbestendige gebieden door diverse functies en concepten te combineren waarmee verschillende doelstellingen die waterbeheerders hebben in praktijk worden gebracht. Deze doelstellingen zijn divers zoals het verbeteren van oppervlaktewaterkwaliteit, betere waterbeheersing, productie van hernieuwbare energie en slim waterbeheer (SMART Polder, 2014) Uit dit onderzoek blijkt of en hoe het mogelijk is om synergie te bewerkstelligen tussen waterbeheer en produceren van hernieuwbare energie.

Voor het onttrekken van thermische energie worden twee mogelijke constructies onderzocht een in-line en een parallelle constructie. Afhankelijk van de specifieke eigenschappen van een gemaal kan één van beide constructies de voorkeur hebben.

Dit onderzoek heeft verschillende resultaten opgeleverd. Van de 541 gemalen binnen het hoogheemraadschap van Delfland zijn 33 gemalen kansrijk voor de inpassing van een thermische constructie. De gemalen zijn geselecteerd door het opstellen van verschillende randvoorwaarden die ondermeer betrekking hebben op het type aandrijfwerktuig, debiet, de status en de omgeving van het gemaal. Twee gemalen zijn verder onderzocht te weten; gemaal Poldervaartpolder en gemaal Eshofpolder. Deze gemalen zijn onderzocht op het aantal draaiuren binnen de geschikte periode om warmte en koude te onttrekken aan oppervlaktewater en de mogelijkheid tot potentiële afnemers van warmte of koude. De periode om warmte te onttrekken loopt van begin mei tot eind oktober. De periode waarin koude wordt onttrokken loopt van december tot eind maart. De maanden april en november zijn overgangsmaanden. De temperatuur van het water is dan niet geschikt om rendabel thermische energie te kunnen onttrekken. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat beide gemalen inderdaad kansrijk zijn. De bekende uitgangspunten van beide gemalen zijn doorberekend in combinatie met zes verschillende warmtewisselaars. Eén van deze combinaties voldoet aan gestelde randvoorwaarde met betrekking tot de energieprestatie. Deze randvoorwaarde houdt in dat de thermische constructie 100 maal meer thermische energie levert dan de oorspronkelijke elektrische energievraag van het gemaal. De geschikte

combinatie is een parallelle constructie met een platenwarmtewisselaar binnen het gemaal Eshofpolder. Uit gemaakte conceptschetsen blijkt dat deze combinatie ook ingepast kan worden binnen de systeemgrenzen. Gemaal Poldervaartpolder is door de specifieke eigenschappen onderzocht op een in-line constructie. De verschillende onderzochte combinaties waarin een in-line constructie is gecombineerd met een warmtewisselaar voldoen geen van allen aan de minimale waarde voor de energieprestatie. De R.O.I. (return on investment) over de parallelle thermische constructie binnen gemaal Eshofpolder komt over de eerste tien jaar op gemiddeld 144 procent per jaar met een terugverdientijd van twee jaar.

Door middel van een parallelle constructie kan een kansrijk gemaal rendabel thermische energie onttrekken aan het gemaal. Hierbij dient het gemaal wel als kansrijk beoordeeld te worden op basis van de gestelde randvoorwaarden. Deze constructie is alleen beperkt door het volume dat een gemaal verpompt maar niet afhankelijk van het moment waarop het gemaal draaiuren maakt. Het aantal draaiuren van de thermische constructie kan daarom significant hoger zijn dan wanneer een in-line constructie wordt toegepast.

Vier aanbevelingen worden gegeven voor mogelijk vervolgonderzoek. Ten eerste is van belang of de gestelde randvoorwaarden die een minimum stellen aan het debiet en de energieprestatie aangepast kunnen worden. Uit het onderzoek is niet gebleken dat mogelijk kleinere gemalen niet geschikt kunnen zijn voor het inbouwen van een thermische constructie. Uit het onderzoek is wel gebleken dat de R.O.I. van gemaal Eshofpolder uiterst rendabel is waardoor mogelijk ook een lagere energieprestatie van een thermische constructie binnen een gemaal rendabel kan zijn. Een tweede aanbeveling is om te onderzoeken of het mogelijk is de draaiuren van een gemaal te vergroten bijvoorbeeld door water onder natuurlijk verval terug te laten stromen naar het peilgebied waarvoor het gemaal is gerealiseerd. Een derde aanbeveling luidt het inzetten van een vervolgonderzoek om de mogelijkheid van aansluiting van gemalen met thermische constructie op al bestaande warmte/koude netten. De vierde en tevens laatste aanbeveling is vervolgonderzoek te verrichten naar de mogelijkheid om gemalen met thermische constructie turn-key op te leveren.

Voorwoord

Ruim zeventien weken geleden maakte ik een start met deze afstudeeropdracht voor IF Technology in Arnhem. Na al eerder drie stages met succes te hebben afgerond begon ik zelfverzekerd aan deze nieuwe opdracht. Aanvankelijk was ik ervan overtuigd dat ik naast mijn onderzoeksgebied het hoogheemraadschap van Delfland ook nog andere waterschappen in kaart kon brengen om kansrijke gemalen binnen deze gebieden te selecteren.

Ruim een maand na de start van deze opdracht bleek de opdracht veel complexer was dan ik aanvankelijk had kunnen vermoeden. Een van de grootste drempels vormde het tekort aan beschikbare kennis en informatie over gemalen maar ook de werking van warmtewisselaars, pompen en filters benodigd voor het realiseren van een thermische constructie binnen een gemaal.

Tijdens dit proces dat met vallen en opgaan gepaard is gegaan heb ik veel nuttige feedback gekregen van mijn beide coaches die soms gedetailleerd waren maar zeer nuttig. De verschillende samenkomsten heb ik dan ook als aangenaam en leerzaam ervaren. In dit voorwoord wil ik ook mijn dank uitspreken aan mijn bedrijfsmentor Barry Scholten. Door zijn inzet heb ik binnen afzienbare tijd contact weten te leggen met enkele medewerkers binnen het hoogheemraadschap van Delfland waardoor een deel van de benodigde informatie tijdig kon worden geanalyseerd en verwerkt. Ook wil ik Boes bedanken. Tijdens de vele lange dagen met soms bijna onoverkomelijke drempels achter mijn computer heb ik de wandelingen als een plezierige afwisseling ervaren.

Hiernaast hebben nog vele vrienden en mijn familie mij moed ingepreerd en geïnspireerd. Dank voor jullie steun in deze stressvolle periode!

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	1
2. Afbakening Onderzoek	3
2.1. Onderzoeksvraag	3
2.2. Deelvraag 1	3
2.2.1. Randvoorwaarden	4
2.2.2. Randvoorwaarden Kansrijke Gemalen In-Line Constructie	7
2.2.3. Randvoorwaarden Kansrijke Gemalen Parallele Constructie	8
2.4. Deelvraag 2	9
2.4.1. Randvoorwaarden	10
2.5. Deelvraag 3	10
2.5.1. Randvoorwaarden	11
2.6. Deelvraag 4	11
2.6.1. Randvoorwaarden	12
2.7. Afsluitend	13
3. Theoretisch Kader	14
3.1. Beheersgebied	14
3.2. Gemalen Van Hoogheemraadschap Van Delfland	15
3.2.1. Boezemgemalen	16
3.2.2. Circulatie gemalen	16
3.2.3. Inlaatgemalen	16
3.2.4. Poldergemalen	17
3.3. Energievraag Gemalen Hoogheemraadschap Van Delfland	17
3.4. Warmtewisselaars	19
3.4.1. Selectiecriteria Warmtewisselaars	21
3.4.2. Typen Warmtewisselaars	24
3.5. Koude- En Warmtelozing	27
3.6. Directe Of Indirecte Levering	28

3.7. Afsluitend	29
4. Inventarisatie Kansrijke Gemalen	30
4.1. Type Aandrijfwerktuig	30
4.2. Debiet Gemalen.....	31
4.3. Status Gemaal.....	32
4.4. Omgeving Gemaal	33
4.5. Vermogensvraag En Draaiuren Gemaal	33
4.6. Onderzoek Van Gemalen.....	35
5. Twee Kansrijke Gemalen.....	36
5.1. Gemaal Poldervaartpolder	36
5.1.1. Energievraag Omgeving	37
5.1.2. Beschikbare Periode.....	38
5.2. Gemaal Eshofpolder	40
5.2.1. Energievraag Omgeving	41
5.2.2. Beschikbare Periode.....	44
5.3. Beoordeling Geselecteerde Gemalen.....	46
6. Combinatie Constructie & Warmtewisselaar	47
6.1. Uitgangspunten Gemaal Poldervaartpolder.....	47
6.2. Uitgangspunten Gemaal Eshofpolder.....	48
6.3. Resultaten Doorrekening.....	49
6.4. Afsluitend	50
7. Concept Ontwerp Kansrijk Gemaal Eshofpolder	51
7.1. Inpassing Binnen Gemaal	52
7.2. Aanvullingen Op Ontwerp	53
7.3. Afsluitend	54
8. R.O.I. Gemaal Eshofpolder	56
8.1. Werkvoorbereiding	56
8.2. Uitgaven	57
8.3. Inkomsten.....	58

8.4. R.O.I.	59
8.5. Afsluitend	60
9. Conclusie En Discussie	62
9.1. Conclusie	62
9.2. Discussie	63
Begrippenlijst	65
Literatuur	67
Figurenlijst	69
Tabellenlijst.....	71
Symbolenlijst.....	72
Bijlage A1: Inventarisatie Gemalen Hoogheemraadschap Van Delfland	73
Bijlage A2: Uitleg Bij Inventarisatie Gemalen Hoogheemraadschap Van Delfland	81
Bijlage B: Gedeeltelijk Overzicht Energiegebruik Civieltechnische Kunstwerken Hoogheemraadschap Van Delfland.	84
Bijlage C: Inventarisatie Kansrijke Gemalen	93
Bijlage D: Neerslagprotocol Hoogheemraadschap Van Delfland.....	95
Bijlage E: Temperaturen Oppervlaktewater	96
Bijlage F: Interview Hoogheemraadschap Van Delfland	100
Bijlage G1: Berekening Warmtewisselaars KAPP	105
Bijlage G2: Hydrea Thermpipe (Type 6)	129
Bijlage H: Pomp Grundfos.....	130
Bijlage I: Filter UVAR	147

Dagelijks verpompen honderden kleine en grote gemalen miljoenen kubieke meters water om onze steden en polders droog en de weilanden groen te houden. Dit is van essentieel belang voor de welvarendheid van Nederland. (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2013) Water moet namelijk niet alleen polders uitgemaal worden om onze voeten droog te houden, water wordt ook de polder ingemaal worden om verzilting tegen te gaan. Een goed waterbeheer waarborgt daarom zowel de kwantiteit als kwaliteit van oppervlaktewater binnen een beheersgebied. Nederland bestaat voor een aanzienlijk deel, 26 procent uit gebieden die onder zeeniveau liggen (PBL, 2013). Zonder correct waterbeheer verliezen deze gebieden hun diverse functies zoals bedrijvigheid en woningbouw. De vele gemalen die worden aangedreven door verschillende energiedragers zoals diesel en elektriciteit zorgen voor een aanzienlijke energievraag. (Frijns, Mulder & Roorda, 2010) Waterschappen zijn overeengekomen met het Rijk om in 2020 de CO₂ - emissies met 30 procent te reduceren ten opzichte van 1990. (Europa decentraal, 2013)

Het verkleinen van de energievraag van waterschappen staat lijnrecht tegenover een goed waterbeheer. Het verkleinen van de energievraag van gemalen kan dan ook leiden tot een afname van de kwaliteit van het waterbeheer, een ongewenste situatie. Gevolgen hiervan kunnen zijn een te hoog waterpeil en slechte kwaliteit door te weinig doorstroming. Om de energievraag van waterbeheer en daarmee ook de energievraag van waterschappen te doen afnemen kan ook buiten de gebaande paden getreden worden. Door niet te kijken naar energiebesparing maar door te zoeken naar een mogelijke ongebruikte hernieuwbare energiebron binnen het waterschap, oppervlaktewater.

De onderzoeksvraag die centraal staat binnen deze afstudeeropdracht luidt:

Hoe kan een kansrijk gemaal rendabel energieneutraal functioneren door het onttrekken van hernieuwbare thermische energie uit passerend oppervlaktewater?

Door te onderzoeken of gemalen mogelijk thermische energie kunnen leveren wordt de oorspronkelijke energievraag van het gemaal niet verkleind maar leveren gemalen wel hernieuwbare thermische energie die kan worden gedistribueerd binnen de directe omgeving van het gemaal. Op deze wijze ontstaat synergie tussen waterbeheer en het produceren van hernieuwbare energie een gewenste ontwikkeling met betrekking tot de doelstelling van waterschappen maar ook die van het Rijk om de energievraag te doen afnemen en het percentage hernieuwbare energie te vergroten.

De doelstelling van dit onderzoek is het versterken van het SMART Polder concept. De gedachte achter dit concept is het versterken van polders door diverse functies en concepten te combineren waarmee de

verschillende doelstellingen die waterbeheerders hebben in praktijk worden gebracht zoals; het verbeteren van oppervlaktewaterkwaliteit, betere waterbeheersing, productie van hernieuwbare energie en slim waterbeheer (SMART Polder, 2014)

Dit onderzoek zal gedurende zeventien weken plaatsvinden binnen het hoogheemraadschap van Delfland. Naar gemalen buiten dit gebied zal geen onderzoek gedaan worden. Het onderzoek zal gericht zijn op het onttrekken van thermische energie aan oppervlaktewater binnen de systeemgrenzen van een gemaal. Geen onderzoek zal verricht worden naar de eventuele tijdelijke opslag in een WKO-installatie van thermische energie of de distributie van thermische energie door de aanleg van een warmte/koude net. Twee mogelijke constructies om thermische energie te onttrekken binnen een gemaal worden onderzocht; een in-line en een parallelle constructie. Deze beiden soorten constructies zijn gevisualiseerd in het tweede hoofdstuk.

Een eerste stap binnen dit onderzoek zal zijn het selecteren van kansrijke gemalen binnen het hoogheemraadschap van Delfland. Om te bepalen welke gemalen wel kansrijk zijn en welke gemalen niet kansrijk zijn worden randvoorwaarden opgesteld. Van deze kansrijke gemalen zullen twee gemalen verder onderzocht worden op de inpassing van een thermische constructie binnen het gemaal.

2. AFBAKENING ONDERZOEK

Dit hoofdstuk dient als een uitbreiding van de inleiding en bakent de opdracht af. De onderzoeksvraag, en de daaraan gekoppelde deelvragen worden toegelicht. Deze vragen geven namelijk de richting aan van het onderzoek. Het zijn de vragen die beantwoord moeten zijn aan het einde van het rapport. De kwaliteit van het onderzoek en de gegevens bepalen de externe validiteit. De interne validiteit wordt geborgd door elk stuk van het rapport naast het onderzoek en deelvragen te leggen. Op deze manier is elk onderdeel van het onderzoek relevant voor de uitkomsten.

2.1. ONDERZOEKSVRAAG

In deze paragraaf wordt de onderzoeksvraag nader toegelicht. Het onderzoek dat gedaan wordt om een antwoord op de onderzoeksvraag te vinden wordt verdeeld in enkele deelvragen.

Hoe kan een kansrijk gemaal rendabel energieneutraal functioneren door het onttrekken van hernieuwbare thermische energie uit passerend oppervlaktewater?

In dit onderzoek zal een antwoord worden gevonden op de onderzoeksvraag. Hiervoor is het van belang dat de verschillende deelonderzoeken die antwoord geven op de verschillende deelvragen ook nodig zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag. In de onderzoeksvraag worden twee termen genoemd die nadere toelichting vereisen; kansrijk en rendabel. Deze beide termen worden gedefinieerd door het opstellen van meerdere randvoorwaarden. Met kansrijk wordt bedoeld dat de verschillende variabelen die van belang worden geacht voor het onttrekken van thermische energie aan oppervlaktewater voldoen aan de gestelde randvoorwaarden. Met rendabel wordt bedoeld op de randvoorwaarden die zijn opgesteld om een financiële berekening te maken over de toepassing van het onttrekken van thermische energie bij gemalen.

2.2. DEELVRAAG 1

In deze paragraaf en de daaropvolgende drie paragrafen wordt de onderzoeksvraag opgesplitst in vier deelvragen. Deze deelvragen gaan elk dieper in op het onderdeel van de onderzoeksvraag waar ze op gericht zijn. Elke deelvraag wordt per subparagraaf behandeld met de daaraan gekoppelde randvoorwaarden. De eerste deelvraag is:

Welke kansrijke gemalen zijn aanwezig binnen het beheersgebied van het hoogheemraadschap van Delfland?

De deelvraag richt zich op een verdere afbakening van het aantal gemalen dat zou passen bij het onderzoek. In deze deelvraag wordt onderzocht aan welke randvoorwaarden een gemaal moet voldoen om kansrijk te worden geacht voor het onttrekken van thermische energie middels een daartoe bestemde constructie.

De randvoorwaarden geven minimum en/of maximumwaarden aan de verschillende variabelen maar ook waardeoordelen als randvoorwaarden niet in cijfermatig te beoordelen zijn. Na beantwoording op de deelvraag ontstaat een overzicht van gemalen die kansrijk worden geacht om op basis van de gestelde randvoorwaarden naast de primaire functie waterbeheer ook de secundaire functie thermische energie aan oppervlaktewater te onttrekken uit te oefenen. Uit dit overzicht worden enkele gemalen voor vervolgonderzoek geselecteerd. De gehele inventarisatie kan worden gebruikt in de toekomst bij mogelijk vervolgonderzoek waarbij randvoorwaarden aangepast zijn en nieuwe gemalen als kansrijk kunnen worden bestempeld.

2.2.1. RANDVOORWAARDEN

Om tot een selectie te komen van kansrijke gemalen is het nodig om randvoorwaarden op te stellen. Hierbij is een driedeling gemaakt. Deze driedeling is een verdere afbakening van de opdracht. Voor het onttrekken van thermische energie worden er namelijk twee type constructies beschouwd. Het is aannemelijk dat de eigenschappen van de constructie daarom ook een uitwerking hebben op het al dan niet kansrijk zijn van een gemaal. De twee type constructies die worden onderzocht zijn in-line en parallelle constructie. In figuur 1 en figuur 2 is schematisch weergegeven wat met deze twee type constructies word bedoeld en ook hoe zij ten opzichte van elkaar verschillen. Op basis van dit overzicht zijn daarom niet alle randvoorwaarden van toepassing op beide type constructies. Daarom is gekozen voor een driedeling, namelijk; algemene randvoorwaarden, aanvullende randvoorwaarden voor een in-line constructie en aanvullende randvoorwaarden voor een parallelle constructie. Hierna wordt telkens een randvoorwaarde beschreven met daaronder een argumentatie waaruit de relevantie van deze randvoorwaarde moet blijken.

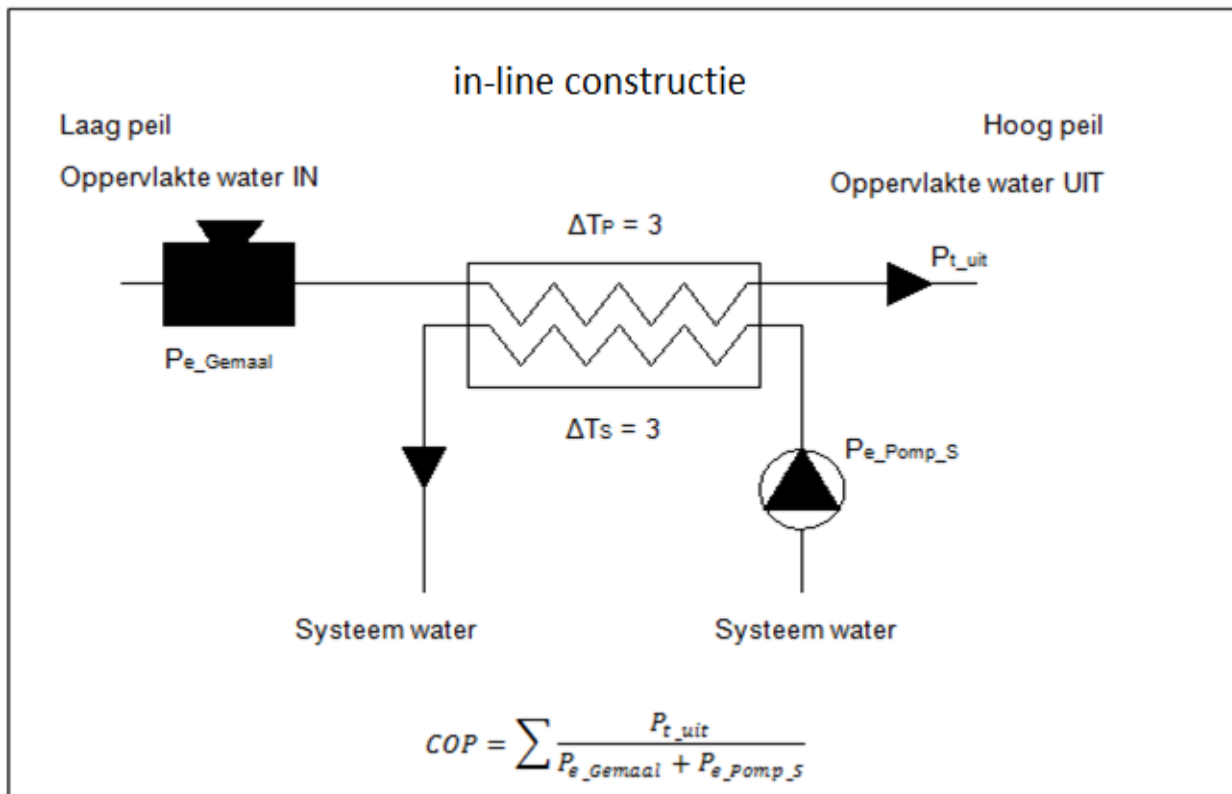
- 1 Gemalen zijn werkzaam en derhalve niet buiten werking. Indien een gemaal niet werkzaam is en dus geen functie heeft in het waterbeheer is kan geen synergie ontstaan tussen waterbeheer en het opwekken van hernieuwbare energie. Dit is een van de doelen van het concept SMART polder waarvoor dit onderzoek wordt uitgevoerd.

- 2 Gemalen hebben een permanente opstelling, naar noodpompen of andere tijdelijke voorzieningen wordt geen onderzoek gedaan. Voor deze randvoorwaarden geldt dezelfde argumentatie als voor randvoorwaarde 1, door een tijdelijke functie kan geen definitieve synergie tussen waterbeheer en productie van hernieuwbare energie ontstaan. Een tijdelijke constructie wordt daarnaast ook niet als rendabel ervaren.
- 3 De specifieke functie van het gemaal is niet van belang. Gemalen kunnen verschillende functies hebben, dit is een logisch gevolg van de locatie waarvoor zij gerealiseerd zijn. De primaire functie van gemalen is altijd waterbeheer (wat op verschillende manieren uitgeoefend worden). Indien synergie ontstaat tussen waterbeheer en productie van hernieuwbare energie wordt een van de doelen van SMART Polder behaald wat dit concept versterkt. De functie is daarom niet van belang. Uiteraard betreft het hier alleen gemalen met een permanente opstelling.
- 4 Gemalen maken primair gebruik van elektrisch aangedreven opvoerwerktuigen. Gemalen die reeds gebruik maken van elektrisch aangedreven opvoerwerktuigen beschikken al over een deel van de bestaande infrastructuur, namelijk de aanwezigheid van aansluiting op het elektriciteitsnet. Daarnaast is een ontwikkeling naar meer gebruik van elektriciteit en minder gebruik van fossiele brandstoffen ook een gewenste ontwikkeling. Hierbij heeft groen geproduceerde elektriciteit de voorkeur.
- 5 Gemalen bevinden zich in stedelijk gebied of een ander gebied met potentiële afnemers in de directe omgeving. Het aanleggen van een warmtenet is kostbaar, door de afstanden naar potentiële afnemers zo klein mogelijk te houden worden de kosten voor een warmtenet daarom beperkt. Een stedelijke omgeving wordt om die reden het meest kansrijk geacht. (Schepers B. L., Valkegoed M.P.J. 2009). Als maximum afstand wordt 200 meter tot de dichtstbijzijnde potentiële afnemer als realistische waarde aangenomen om een gemaal met een thermische constructie rendabel energieneutraal te doen functioneren.
- 6 Gemalen bevinden zich in een gebied met een warmte/koudevraag (een precieze vraag wordt niet berekend). Voor deze randvoorwaarde gaat dezelfde argumentatie op als voor randvoorwaarde 5. In een zeer landelijk gebied met maar enkele woningen wordt het realiseren van een thermische constructie binnen een gemaal daarom niet rendabel geacht. Een uitzondering hierop vormt kasbouw.

- 7 De oppervlaktewatertemperatuur in de omgeving van gemalen dient minimaal 2000 uur op jaarbasis gelijk aan of boven 12 °C te zijn en/of minimaal 2000 uur op jaarbasis gelijk aan of onder 10 °C te zijn. Door minimaal 2000 uren van beide waarden te hebben kan een gemaal met een thermische constructie niet alleen direct warmte of koude leveren maar deze ook leveren aan een W.K.O. (warmte koude opslag) Door over een groot aantal uren te beschikken waarin warmte of koude geladen kan worden in een of meerdere putten binnen de W.K.O. kan met een kleiner vermogen geladen worden. Dit kleinere vermogen en meer uren hebben een positief effect op het rendement van een W.K.O.
- 8 Opvragen van bouwtechnische tekeningen en/of bezichtiging is mogelijk. Om een globaal idee te ontwikkelen van de mogelijkheden van het realiseren van een thermische constructie binnen een gemaal is het nodig om een beeld te hebben van de ruimte in en buiten een gemaal.
- 9 Gemalen bevinden zich op het grondgebied van hoogheemraadschap van Delfland en zijn ook in eigendom van het hoogheemraadschap. Het is mogelijk dat meerdere partijen gemalen binnen het onderzoeksgebied in eigendom hebben. Om de inventarisatie overzichtelijk te houden is daarom gekozen om alleen gemalen te onderzoeken in eigendom van het hoogheemraadschap. Voor de aanlevering van informatie over gemalen hoeft dan met één partij overlegd te worden en niet met meerdere partijen.
- 10 Gemalen worden nog niet onderzocht op potentieel door IF Technology. Om met dit onderzoek een bijdrage te leveren aan het versterken van het concept SMART Polder is het nuttig om nieuwe kennis te genereren en meerdere gemalen aan te wijzen die kansrijk kunnen zijn. Het opnieuw onderzoeken van gemalen die al door IF Technology worden onderzocht levert daarom minder nieuwe kennis op. Hiernaast zijn de uitwerkingen van dit onderzoek op concept niveau waardoor geen extra bijdrage geleverd wordt aan gemalen die al onderzocht worden op een mogelijk gedetailleerder niveau.
- 11 Kansrijke gemalen worden ofwel onderzocht op de mogelijkheid tot een in-line constructie ofwel een parallelle constructie. Er zijn geen gemalen waar wordt onderzocht op beide constructies. Voorafgaand aan de verschillende randvoorwaarden is toegelicht dat er twee mogelijke constructies denkbaar worden geacht namelijk een in-line en een parallelle constructie. Door het relatieve verschil is het mogelijk dat gemalen voor beide constructies kansrijk geacht kunnen worden. Binnen dit onderzoek wordt echter gestreefd naar de optimale situatie. Deze optimale situatie kan slechts voor één constructie gelden en niet voor beide constructies.

2.2.2. RANDVOORWAARDEN KANSRIJKE GEMALEN IN-LINE CONSTRUCTIE

In deze paragraaf worden de randvoorwaarden benoemd voor onderzoek naar een in-line systeem. In het geval van een in-line systeem zijn er andere eisen dan in het geval van een parallel systeem.



Figuur 1, Principeschema in-line constructie

Om de C.O.P. (coëfficiënt of performance) te kunnen berekenen wordt geen gebruik gemaakt van het vermogen van de verschillende onderdelen maar wordt gerekend met de verschillende vormen en hoeveelheden van energie die jaarlijks gebruikt en geproduceerd worden. Een reden hiervoor is dat het aantal draaiuren tussen het gemaal en de parallelle constructie kan verschillen waardoor het gemaal niet hoeft te draaien wanneer de parallelle constructie wel draait. Het gevolg is dat in een dergelijke situatie de C.O.P. een hogere waarde heeft omdat het gemaal niet wordt meegenomen in de berekening. Dit kan een foutieve beoordeling als gevolg hebben. Voor een in-line constructie kan wel met het vermogen gerekend worden om de C.O.P. te berekenen. Dit wordt echter niet gedaan omdat een verschillende berekening wellicht tot een andere uitkomst kan leiden door insignificantie binnen een van de variabelen. Om een correcte vergelijking te kunnen maken word daarom voor beide constructies met energie in plaats van vermogen gerekend.

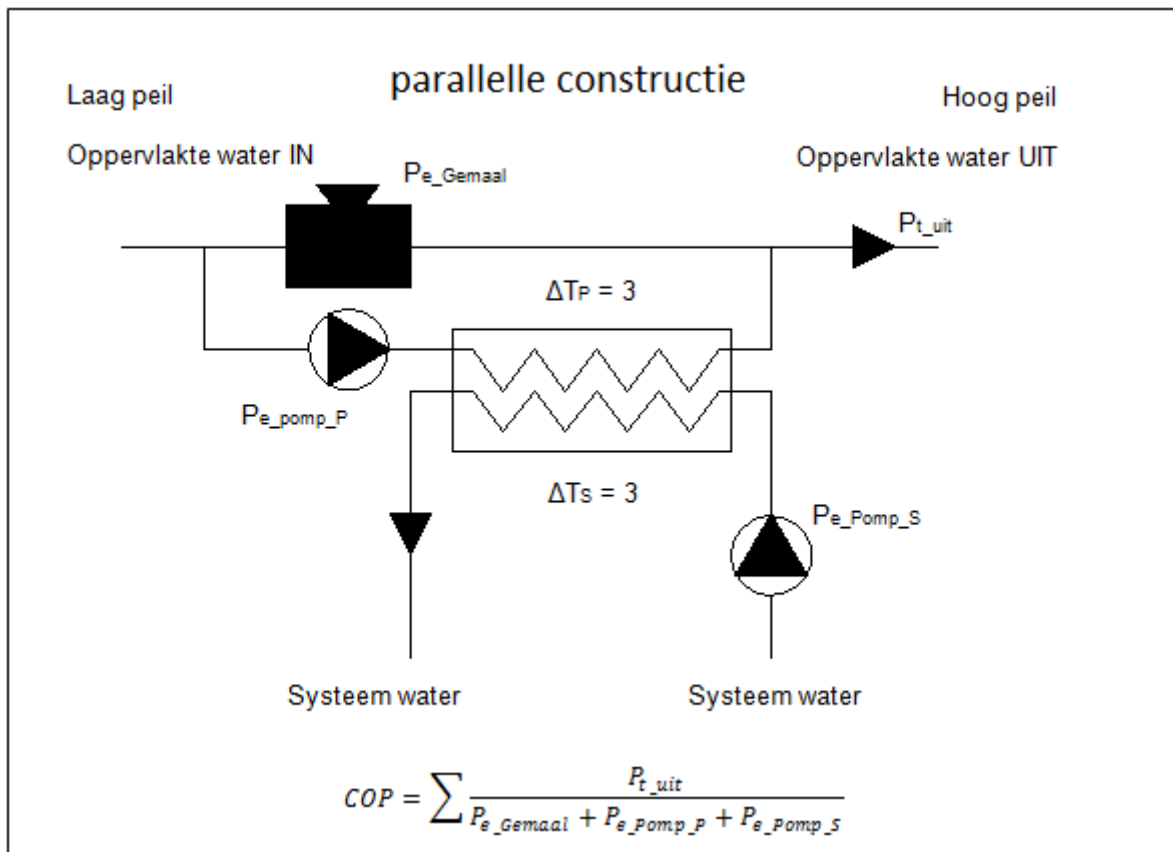
Hieronder zijn de twee randvoorwaarden voor een in-line constructie opgesteld met bijbehorende argumentatie.

- 12 Een gemaal beschikt over een persleiding van 100 meter of meer om een in-line constructie te kunnen inpassen, of heeft de mogelijkheid tot het aanleggen van een persleiding of soortgelijke constructie. Voor een in-line constructie wordt aangenomen dat een persleiding een bepaalde lengte nodig heeft. De persleiding kan deels worden vervangen door een warmtewisselaar die geschikt is voor de uitgangspunten van het gemaal.
- 13 Een gemaal heeft minimaal 2000 draaiuren over de geschikte perioden om warmte dan wel koude te onttrekken, in combinatie met een onderwaarde van $30 \text{ m}^3/\text{minuut}$ van het nominaal te verpompen debiet. De minimale randvoorwaarden voor $30 \text{ m}^3/\text{minuut}$ is een aanname. Bij een kleiner debiet wordt het opgewekte vermogen mogelijk te klein waardoor een dergelijke constructie niet rendabel kan zijn.

2.2.3. RANDVOORWAARDEN KANSRIJKE GEMALEN PARALLELE CONSTRUCTIE

Hieronder zijn de twee randvoorwaarden voor een parallelle constructie opgesteld met bijbehorende argumentatie.

- 14 Debiet van een gemaal geschikt voor een parallelle constructie bedraagt tenminste $30 \text{ m}^3/\text{minuut}$. Deze randvoorwaarde is een aanname. Bij een kleiner debiet wordt de invloed van de parallelle constructie mogelijk te groot waardoor de oorspronkelijke functie van het gemaal verkleind wordt. Door een groot debiet van het gemaal kan de parallelle constructie zich verzekeren van een ruime hoeveelheid en voldoende uren met een kleiner debiet waardoor een dergelijke constructie rendabel wordt geacht.
- 15 Een parallelle constructie met warmtewisselaar onttrekt niet meer dan 50 procent van het oorspronkelijke debiet van het gemaal per geschikte periode (die afhankelijk van de temperatuur van het oppervlaktewater op jaarbasis op de betreffende locatie is) om thermische energie te produceren. Wanneer er sprake is van dan 50 procent wordt de invloed van de parallelle constructie te groot en wordt de functie van het gemaal ontnomen.



2.4. DEELVRAAG 2

In deze paragraaf komt de tweede deelvraag aan bod met daaropvolgend het type onderzoek, de Randvoorwaarden en afbakening. De deelvraag is:

Welke combinaties tussen constructies en warmtewisselaars zijn geschikt om thermische energie te onttrekken uit oppervlaktewater bij gemalen binnen het hoogheemraadschap van Delfland?

Middels berekeningen van verschillende typen verschillende warmtewisselaars over twee geselecteerde gemalen zal inzichtelijk gemaakt worden of een specifieke warmtewisselaar binnen een bepaalde constructie in-line of parallel een vastgesteld thermisch vermogen kan leveren. De energieproductie dient 100 keer zo groot te zijn als de oorspronkelijke elektrische energievraag van een gemaal voor het verpompen van water. Om het vermogen te berekenen zal het aantal beschikbare draaiuren daarom berekend moeten worden.

2.4.1. RANDVOORWAARDEN

Warmtewisselaars zullen binnen het onderzoek enkel onderzocht worden op de bekende uitgangspunten binnen de gegeven bedrijfssituaties voor van het onttrekken van thermische energie uit oppervlaktewater voor het direct of indirect verwarmen of koelen van woningen en/of utiliteitbouw. Er is een aantal randvoorwaarden waar de warmtewisselaar aan moet voldoen. De randvoorwaarden worden steeds beargumenteerd.

- 1 Een thermisch energieproductie 100 maal groter dan de oorspronkelijke elektrische energievraag van het specifieke gemaal. De randvoorwaarde is een aanname. Door een dergelijke verhouding wordt verondersteld dat als een constructie inpasbaar is deze ook rendabel zal zijn. Deze eis is dus geen eis voor een minimale C.O.P. De jaarlijkse energievraag voor één of twee pompen voor de warmtewisselaar wordt namelijk niet meegenomen.
- 2 ΔT primaire zijde = 3 °C. Een groter verschil is wettelijk niet toegestaan in verband met verstoren van flora en fauna.
- 3 ΔT secundaire zijde = 3 °C. Een groter temperatuurverschil zorgt ervoor dat tijdens het laden van een W.K.O. het rendement negatief wordt beïnvloed. Een groter temperatuurverschil levert namelijk meer verlies aan temperatuur en dus een lager rendement op.
- 4 Opvragen berekening mogelijk via een leverancier. De berekeningen van warmtewisselaars moeten doorgerekend kunnen worden door leveranciers. Hierdoor zijn de uitkomsten gedetailleerd en betrouwbaar.

2.5. DEELVRAAG 3

In deze paragraaf komt de derde deelvraag aan bod met daaropvolgend het type onderzoek, de Randvoorwaarden en afbakening. De deelvraag is:

Is een thermische constructie fysiek inpasbaar binnen een gemaal?

Inzichtelijk maken welke combinaties tussen de geselecteerde kansrijke gemalen en warmtewisselaars mogelijk zijn door middel van het opstellen van een concept ontwerp.

2.5.1. RANDVOORWAARDEN

Voor de concept ontwerpen die slimme combinaties vormen tussen een gemaal en een warmtewisselaar zijn enkele randvoorwaarden opgesteld. De randvoorwaarden worden opgesteld en beargumenteerd.

- 1 Meest kansrijke gemalen worden onderzocht in combinatie met geselecteerde warmtewisselaars. Als een gemaal niet voldoet aan eerder gestelde randvoorwaarden van voorgaande deelvragen heeft verder onderzoek geen effect. Dit onderzoek streeft ernaar om een optimale situatie te onderzoeken aan de hand van de gestelde randvoorwaarden.
- 2 Onderzoeken van de fysieke inpasbaarheid binnen een in-line of parallelle constructie van een warmtewisselaar en gemaal. De verschillende onderdelen van de betreffende constructie binnen een gemaal worden getekend. Na afloop moet duidelijk zijn of het mogelijk is om een dergelijke constructie in of buiten het gemaal te realiseren.

2.6. DEELVRAAG 4

De vierde deelvraag richt zich op het financiële aspect van het onderzoek. De deelvraag is:

Is er sprake van een rendabele R.O.I. bij de inpassing binnen een kansrijk gemaal?

Van de combinaties tussen type constructie en type warmtewisselaar die een thermische energieproductie van 100 maal groter dan de oorspronkelijke elektrische energievraag van een specifiek gemaal kunnen produceren en die fysiek inpasbaar zijn wordt een R.O.I. gemaakt. Deze maakt inzichtelijk wat het rendement over de investering bedraagt. Via deskresearch zullen de kosten van de verschillende onderdelen waaronder de warmtewisselaar, pomp(en), filters, leidingen en werkzaamheden berekend/bepaald worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van kengetallen met uitzondering van de warmtewisselaar en de pompen benodigd voor de warmteoverdracht tussen de primaire en secundaire zijde van de warmtewisselaar bij het gemaal zelf.

2.6.1.RANDVOORWAARDEN

Het maken van een R.O.I. over gemalen en warmtewisselaars waarbij alleen specifieke getallen gebruikt zullen worden voor materialen en werkzaamheden binnen de systeemgrenzen van het gemaal. De systeemgrenzen verschillen afhankelijk van het type constructie, immers bij een in-line constructie valt een persleiding indien aanwezig ook binnen de systeemgrenzen van een gemaal.

- 1 Combinaties 'kansrijke' gemalen en warmtewisselaars moeten zwarte cijfers opleveren op jaarbasis. Wil een combinatie tussen constructie en warmtewisselaar rendabel kunnen zijn dan moeten de inkomsten over een jaar groter zijn dan de uitgaven. Is dit niet het geval dan kan een investering ook niet worden terugverdiend waardoor een combinatie rode cijfers oplevert. Met de inkomsten wordt hier bedoeld de inkomsten voor geproduceerde thermische energie in de vorm van warmte of koude. Met de uitgaven wordt bedoeld het bedrag dat benodigd is om de energievraag van het gemaal en thermische constructie te bekostigen plus het jaarlijkse onderhoud. De aanschaf- en installatiekosten worden hierin niet meegenomen maar dienen wel terugbetaald te worden door een percentage van de inkomsten hieraan te besteden. Aanvullend hierop 'een start up heeft meestal een lager rendement, 15 tot 20 procent wordt ervaren als een minimaal gewenste waarde.' (Science progress,2014)
- 2 Terugverdiëntijd van maximaal 10 jaar. De eis met betrekking tot terugverdiëntijden van verschillende projecten varieert. Deze variatie komt ondermeer door de afschrijving van de verschillende onderdelen. De terugverdiëntijd van 10 jaar is een aanname. Na deze periode zijn verschillende onderdelen zoals de warmtewisselaar mogelijk aan vervanging toe. Indien de terugverdiëntijd langer is betekend dat de investeringskosten steeds groter worden terwijl de inkomsten niet stijgen dit betekend dat de investering niet wordt terugverdiend. De inkomsten stijgen alleen wanneer het tarief voor warmte en koude zal stijgen. Het tarief voor warmte is gekoppeld aan het tarief voor gas.

2.7. AFSLUITEND

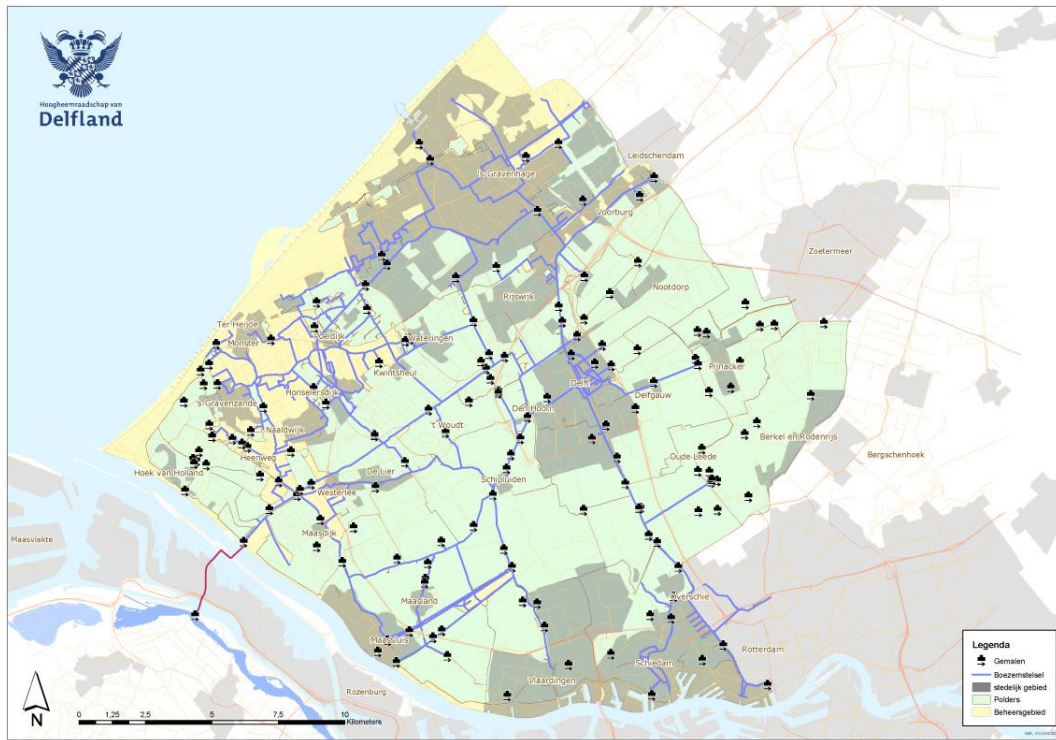
Dit hoofdstuk heeft de onderzoeksvraag en de verschillende deelvragen toegelicht. Hiermee is het onderzoek afgebakend door ondermeer een groep van gemalen binnen het onderzoeksgebied aan te wijzen en door middel van randvoorwaarden aan te geven welke gemalen als kansrijk beoordeeld kunnen worden. Tevens is aangegeven dat twee verschillende constructies onderzocht zullen worden. In hoofdstuk 3 wordt het theoretisch kader behandeld.

3. THEORETISCH KADER

In dit derde hoofdstuk wordt het theoretisch kader behandeld. Dit hoofdstuk geeft de reeds bestaande kennis weer die van toepassing is op dit onderzoek. Het eerste deel behandelt de bestaande kennis over gemalen het tweede deel richt zich op de werking van warmtewisselaars. Het laatste deel van dit theoretisch kader behandelt beknopt wetgeving die van toepassing is op warmte- en koudelozingen op oppervlaktewater.

3.1. BEHEERSGEBIED

Het hoogheemraadschap van Delfland beheert een gedeelte van de waterhuishouding in Nederland. In figuur 3 is het gebied weergegeven waarbij de noordzijde wordt begrensd door een lijn van Wassenaar naar Pijnacker. De oostelijke grens wordt gevormd door de lijn van Pijnacker naar Schiedam. De zuidelijke grens is de Nieuwe Waterweg en de westelijke grens de Noordzee vanaf Wassenaar tot Hoek van Holland. De grenzen van het hoogheemraadschap worden bepaald door de verschillende watersystemen die rondom het gebied historisch tot stand zijn gekomen. (Bekkers, 2014) Het Delflandse boezemsysteem is op de kaart in het blauw weergegeven. De zwarte figuren geven gemalen aan die zich binnen het gebied bevinden. De grijze gebieden zijn stedelijke gebieden, groene gebieden zijn polders en de gele gebieden zijn beheersgebieden. De aan- en afvoer van oppervlaktewater naar polders binnen het hoogheemraadschap van Delfland vindt plaats door middel van het Delflandse boezemsysteem. Deze boezem is vastgezet op een peil van -0,43 N.A.P. (Normaal Amsterdams Peil) Het beheersgebied is echter geen gesloten systeem dat wil zeggen dat er ook wateruitwisseling plaatsvindt van buiten het gebied naar het gebied toe en vice versa. Zo vindt er aanvoer plaats vanuit ondermeer het Brielse Meer via inlaatgemaal Winsema ten zuiden van het hoogheemraadschap van Delfland en via inlaatgemaal Den Dolk aan de Noordwestelijke grens van het hoogheemraadschap.



Figuur 3, Beheersgebied hoogheemraadschap van Delfland (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

3.2. GEMALEN VAN HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DELFLAND

Gemalen zijn civieltechnische kunstwerken die waterbeheer (waterkwantiteit als waterkwaliteit) mogelijk maken in gebieden met hoogteverschillen en waarbij water van een lager peilgebied naar een hoger peilgebied gepompt kan worden en dus geen gebruik gemaakt kan worden van een natuurlijke stroming van water van hoog naar laag door vrij verval. (Buma & Griffioen, 2010)

Gemalen verschillen onderling zo zijn er binnen het hoogheemraadschap van Delfland gemalen die aangeduid worden als boezemgemalen, circulatiegemalen, inlaatgemalen en poldergemalen. (hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Via de website van Stichting Gemalen zijn gegevens terug te vinden van 93 gemalen binnen het gebied die aangesloten zijn bij deze stichting. Uit een briefwisseling met deze stichting bleek dat de website een uitputtend overzicht geeft van hun beschikbare kennis. Meer informatie heeft stichting gemalen niet tot haar beschikking. Deze stichting geeft wel aan dat het overzicht niet het volledige aantal van gemalen is binnen het hoogheemraadschap van Delfland. In de energievisie van het hoogheemraadschap van Delfland wordt gesproken over ruim 200 gemalen waarvan 6 boezemgemalen. (CQ team, 2011) Enkele van deze gemalen zijn niet meer in gebruik. Tevens is terug te vinden welke opvoer- en aandrijfwerktuigen de verschillende

aangesloten gemalen binnen het gebied gebruiken om water te verpompen van laaggelegen peilgebieden naar hoger gelegen peilgebieden. Van sommige gemalen is ook terug te vinden wat de opvoerhoogte is.

3.2.1. BOEZEMGEMALEN

Boezemgemalen handhaven een vast peil binnen het Delflandse boezemstelsel van -0,43 N.A.P. De gemalen malen water op vanuit de boezem naar ofwel de Nieuwe Waterweg ofwel de Noordzee. Uit de toegankelijke literatuur blijkt dat er zes boezemgemalen binnen het hoogheemraadschap zijn namelijk:

- Parksluizen
- Schiegemeaal
- Gemaal de Zaayer
- Gemaal Westland
- Gemaal Vlotwatering
- Gemaal Scheveningen

3.2.2. CIRCULATIE GEMALEN

Circulatiegemalen worden ook wel aangeduid als doorvoergemalen. Dit zijn gemalen die zorgen voor doorstroming binnen het boezemstelsel. Hiervan zijn er enkele aanwezig waaronder het circulatiegemeaal in Delft aan het Kalverbos zoals blijkt uit interne bronnen van IF Technology. Naar verwachting zijn er meer circulatiegemalen binnen de boezem van het Delfland. Deze gemalen overbruggen geen hoogteverschil tussen twee peilgebieden.

3.2.3. INLAATGEMALEN

Deze gemalen dragen zorg dat voldoende zoetwater binnen het gebied aanwezig is om de waterkwaliteit en kwantiteit binnen het gebied te garanderen. Dit gebeurt ondermeer om verzilting van het Westland te bestrijden. Dit type gemeaal wordt soms ook aangeduid als boezemgemeaal.

- Gemaal Den Dolk
- Gemaal Winsemius

3.2.4. POLDERGEMALEN

Poldergemalen handhaven een peilbesluit binnen een polder of binnen een gedeelte van een polder. Dit handhaven gebeurt door water in of op te malen vanuit de boezem. Deze gemalen zijn het meest talrijkst binnen het onderzoeksgebied. (CQ team,2011)

3.3. ENERGIEVRAAG GEMALEN HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DELFLAND

‘Het energiegebruik van de gemalen over het jaar 2010 is ongeveer 26 TJ namelijk 7 procent van de totale energievraag van het hoogheemraadschap van Delfland die ongeveer 373 TJ over 2010 bedraagt.’(CQ team,2011). In deze energievraag is de energievraag berekend over ongeveer 150 boezem- en poldergemalen. Ter vergelijking 26 TJ is de gemiddelde elektrische energievraag van 1750 woningen, bewoond door drie personen.(Nuon,2014) Op basis van deze gegevens kan ook de gemiddelde energievraag van een individueel gemaal berekend worden. Dit gemiddelde zal echter weinig informatie geven over een specifiek gemaal aangezien de variabelen die de energievraag bepalen namelijk het aantal draaiuren en het (nominale) vermogen per gemaal verschillend kunnen zijn. Het (nominale) vermogen van een gemaal kan op verschillende manieren berekend worden.

Het vermogen dat een gemaal nodig heeft is afhankelijk van een aantal factoren namelijk: debiet, opvoerhoogte en het gecombineerd rendement van aandrijfwerktuig en opvoerwerktuig. Verschillende opvoerwerktuigen bijvoorbeeld vijzels of centrifugaalpompen hebben een verschillend rendement. Gemalen hebben een maximaal vermogen maar ook een nominaal vermogen. Dit wordt bepaald door de grootte van het debiet welke door een gemaal wordt verpompt. Het vermogen van een pomp kan berekend worden met behulp van de methodes in figuur 4 en 5.

$$P_{\text{eff}} = Q \cdot \Delta p$$

en

$$P_{\text{pomp}} = P_{\text{eff}} / \eta$$

P_{eff} = effectief vermogen (W)

Q = volume stroom (m^3/s)

Δp = drukverschil over de pomp (Pa)

η = rendement

Figuur 4, Formules berekenen hydraulisch vermogen, (bron: KAPP, 2014)

Figuur 4 geeft de methode aan om het hydraulisch vermogen te berekenen. Deze methode is geschikt om het vermogen te berekenen dat een pomp moet hebben om het juiste debiet door een warmtewisselaar te kunnen realiseren. In figuur 5 kan het vermogen berekend worden als er sprake is van een opvoerhoogte. Dit is dan ook de geschikte methode om het vermogen van een gemaal te berekenen.

$$P = (Q \cdot \rho / 60) g \cdot h / \eta$$

Waarvoor:

P = vermogen in W

Q = debiet in m^3/min

ρ = dichtheid in kg/m^3

g = valversnelling in m/s^2

h = opvoerhoogte in m

η = rendement pomp

Figuur 5, Formule berekenen vermogen gecombineerd rendement aandrijfwerktuig en opvoerwerktuig gemaal, (bron: Eekels, 2014.)

Dichtheid van het medium in kilogram (kg) in dit geval wordt gerekend met een dichtheid van $\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$. Om het nominaal debiet te bepalen wordt het maximale debiet omgezet. Voor gemalen met een debiet tot $60 \text{ m}^3/\text{minuut}$ wordt het nominaal debiet op 0,5 gezet. Deze gemalen hebben drie standen maximaal, nominaal en inactief. Voor grote (boezem)gemalen geldt dat er meer standen zijn. (Ludikhuize, persoonlijke communicatie, 1-4-2014) Voor grote gemalen is het nominaal debiet op 0,25 gezet van het maximale debiet aangegeven in bijlage A.

Het hoogteverschil dat het gemaal moet overbruggen tussen twee peilgebieden en de opvoerhoogte verschilt per gemaal. Immers de polders binnen het hoogheemraadschap hebben verschillende hoogtes waardoor ook het hoogteverschil tussen twee peilgebieden de boezem en de polder kan verschillen per specifiek gemaal. Voor boezemgemalen geldt hetzelfde. De opvoerhoogte kan ook groter zijn dan het verschil tussen twee peilgebieden door het ontwerp van het gemaal kan een extra ophoging zijn aangebracht. Bijvoorbeeld als gebruik wordt gemaakt van een duiker die onder een weg doorloopt. Voor de valversnelling is gerekend met de waarde 10 gezien de significantie van de andere variabelen. Voor het rendement van een pomp wordt normaal gesproken een waarde van 0,5 tot 0,7 aangehouden (Eekels, 2014). In het geval een specifieke waarde van het rendement van een pomp bekend is wordt deze waarde aangehouden.

Verskillende gemalen verschillen significant in het aantal draaiuren dat zij jaarlijks hebben. Vooral gemalen binnen het kasbouwgebied van Delfland hebben veel draaiuren (Keijzer, persoonlijke communicatie, 24-4-2014). Het aantal draaiuren kan berekend worden indien de energievraag van het gemaal bekend is en de (nominale) vermogensvraag berekend is door middel van de volgende formule:

$$t = E/P_{\text{nom}}$$

waarin:

t = draaiuren in (h)

E = energiegebruik van een jaar in (kWh)

P_{nom} = nominaal vermogen in (kW)

Figuur 6, Formule berekenen draaiuren met behulp van vermogen en energievraag, (bron: NMSEA, 2014)

Een omgekeerde methode kan ook. Dit kan alleen wanneer het aantal draaiuren wel bekend is en één van de andere twee waarden voor de energievraag of de vermogensvraag niet bekend is.

3.4. WARMTEWISSELAARS

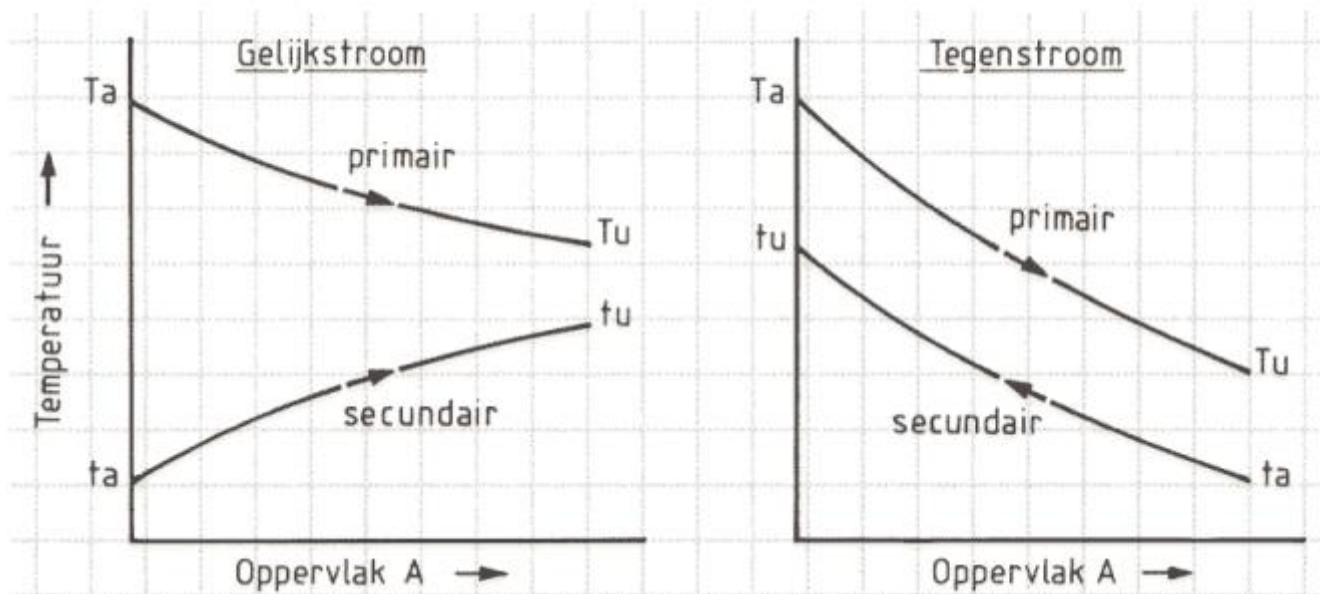
In deze paragraaf wordt uiteengezet wat reeds bekend is van warmtewisselaars die thermische energie onttrekken bij verschillende processen. Vanuit deze kennis wordt vervolgens in hoofdstuk 5 en 6 gebruik gemaakt bij het berekenen en dimensioneren van deze apparaten.

Warmtewisselaars worden niet alleen gebruikt binnen het werkveld van hernieuwbare energie maar worden binnen een veel breder veld gebruikt zowel in de industrie als woningbouw van grootschalig naar kleinschalig en

van de medische wereld tot de landbouwsector. (Roos & Manussen, 2011) Warmtewisselaars kunnen worden gebruikt om restwarmte te benutten maar zijn ook een onderdeel van bijvoorbeeld een koelkast. Een definitie van een warmtewisselaar is 'een apparaat dat wordt gebruikt om overdracht van thermische energie (enthalpie) te realiseren tussen twee media (vloeistof, gas) op verschillende temperaturen. (Smeding, 2001) De warmte stroomt hierbij altijd van hoog naar laag, er wordt gestreefd naar een balans tussen beide mediums. Een ideale warmtewisselaar koelt het eerste medium af tot de ingangstemperatuur van het tweede medium. Is hiervan sprake dan is er sprake van een maximale warmteoverdracht. In de praktijk zal er geen sprake zijn van totale warmteoverdracht aangezien er beperkende factoren zijn zoals de geleiding van het materiaal van de warmtewisselaar tussen de twee mediums. Het vermogen dat een warmtewisselaar kan onttrekken aan het medium die door de primaire zijde stroomt en overdraagt naar het medium in de secundaire zijde van de warmtewisselaar kan berekend worden. Bedrijven die warmtewisselaars ontwerpen (zoals Kapp en Alfa Laval) voor klanten maken gebruik van speciale software om te komen tot optimalisatie op basis van de bekende uitgangspunten.

Er bestaan diverse typen warmtewisselaars die op basis van verschillende criteria ingedeeld kunnen worden. Een van deze criteria is de stroomrichting van de mediums binnen de warmtewisselaar. Er zijn warmtewisselaars waarbij de beide mediums waartussen warmteoverdracht plaatsvindt in dezelfde richting stromen door de warmtewisselaar. Andere warmtewisselaars werken met mediums die in een tegenovergestelde richting door de warmtewisselaars stromen dit wordt respectievelijk aangeduid als het 'meestroomprincipe en tegenstroomprincipe'. Warmtewisselaars die ontworpen zijn op basis van het tegenstroomprincipe worden ook wel tegenstroomapparaten genoemd wat binnen het werkveld van IF Technology wordt afgekort tot T.S.A. In figuur 7 is gevisualiseerd hoe de warmte wordt overgedragen en tevens wat de invloed is op het temperatuurverschil tussen de warmtewisselaar van begin tot eind aan zowel de primaire als de secundaire zijde.

Warmtewisselaars die gebruik maken van het tegenstroomprincipe hebben een hogere warmteoverdracht dan warmtewisselaars die gebruik maken van het meestroomprincipe. De oorzaak hiervan is dat het temperatuurverschil tussen beide mediums over de gehele afstand van de warmtewisselaar ongeveer gelijk blijft waarbij de temperatuur in een warmtewisselaar die is ontworpen op het meestroomprincipe het verschil tussen de ingaande en uitgaande mediums over de gehele afstand van de warmtewisselaar steeds kleiner wordt wat nadelig is voor het rendement.



Figuur 7, Warmteoverdracht warmtewisselaar (Smeding, 2001)

3.4.1. SELECTIECRITERIA WARMTEWISSELAARS

Om warmtewisselaars te kunnen selecteren voor een specifieke situatie wordt gebruik gemaakt van mogelijke selectiecriteria (Smeding,2001) . Deze selectiecriteria zijn:

Temperatuur
Druk
Drukval
Fouling (biologisch, chemisch, fysisch)
Vermogen
Kosten
Ervaring
Compactheid

Figuur 8, Selectiecriteria warmtewisselaar, (bron: Smeding, 2001)

Op basis van de (bekende) uitgangspunten van de bedrijfssituatie wordt een warmtewisselaar geselecteerd. Om de onderlinge warmtewisselaars met elkaar te vergelijken in combinatie met een gemaal is het van belang om het aantal variabelen te beperken om de vergelijking overzichtelijk te maken.

Op basis van het temperatuursverloop door de primaire en secundaire zijde wordt een keuze gemaakt voor een type warmtewisselaar. Niet elke warmtewisselaar is geschikt voor dezelfde temperaturen, en daarbij is de

materiaalkeuze van het specifieke type warmtewisselaar ook van belang. De temperaturen van het oppervlaktewater voor het onderzoeksgebied hoogheemraadschap van Delfland zijn niet bekend maar wel op te vragen via de betrokken overheidsinstantie in dit geval het hoogheemraadschap van Delfland. Temperaturen van oppervlaktewater zijn zeer gematigd en eisen daarom geen bijzonder ontwerp ten aanzien van de temperaturen, zoals dit bijvoorbeeld wel het geval is bij warmtewisselaars die ontworpen worden voor de petrochemische industrie.

De druktolerantie van warmtewisselaars verschilt en oorzaken voor deze druktolerantie zijn divers namelijk: het ontwerp, materiaalkeuze maar ook de constructie. Bij situaties met hoge drukken zijn platenwarmtewisselaars niet geschikt omdat dit specifieke type warmtewisselaar door zijn constructie (waarbij de pakkingen de zwakke plek vormen binnen het ontwerp) werkzaam is tot 12 bar (Boekhorst & Nijssen, 2000)

Alle warmtewisselaars hebben te maken met een drukval. Een drukval is het verschijnsel dat de druk over de lengte van een traject afneemt omdat weerstand ontstaat. Deze weerstand ontstaat ondermeer door de materiaalkeuze, de lengte van het traject en het aantal bochten.

Een drukval over rechte leidingen kan berekend worden met:

$$\Delta p = 1/2 \cdot \rho \cdot f \cdot L/D \cdot v^2$$

Waarin:

- Δp = verandering van de druk in (Pa)
- ρ = dichtheid medium in (kg/m³)
- f = functie Reynolds getal $\rho \cdot v \cdot D / \mu$
- L = lengte pijp in (m)
- D = diameter pijp in (m)
- v = stroomsnelheid in (m/s)

Een drukval over bochten kan berekend worden met:

$$\Delta p = 1/2 \cdot \rho \cdot K_L \cdot v^2$$

Waarin:

- Δp = verandering van de druk in (Pa)
- ρ = dichtheid medium in (kg/m³)
- K_L = de verliezende factor
- v = stroomsnelheid in (m/s)

Figuur 9, Overzicht formules berekenen drukval, (bron: Munson, Young, Okiishi, Wiley, 2010)

Om de drukval te kunnen berekenen is het nodig om op de hoogte te zijn van de het exacte ontwerp van een warmtewisselaar alsook de uitgangspunten van de situatie waarin de warmtewisselaar werkzaam zal zijn. De drukval heeft namelijk invloed op de warmteoverdracht tussen beide medium die door een warmtewisselaar stromen.

Fouling binnen een warmtewisselaar kan in drie verschillende vormen optreden namelijk biologisch, chemisch en fysisch. Fouling veroorzaakt aanslag of verstoppingen binnen de warmtewisselaar die de wanddikte tussen de beide mediums doet toenemen en de kanalen verkleint en mogelijk zelfs doet verstoppert. Het gevolg is dat de warmteoverdracht van de warmtewisselaar hierdoor negatief beïnvloed wordt, alsmede de levensduur verkleind kan worden en onderhoud frequenter moet plaatsvinden. De mate waarop fouling invloed heeft op de warmteoverdracht verschilt onder andere van het type warmtewisselaar waarbij gemiddeld de nadelige invloed van fouling op warmteoverdracht groter wordt naarmate de het contactoppervlak in relatie tot het volume van de warmtewisselaar toeneemt (m^2/m^3). Het materiaal waaruit de warmtewisselaar is opgebouwd heeft ook gevolg voor de gevoeligheid voor de verschillende vormen van fouling (en corrosie). Met behulp van filters kunnen warmtewisselaar beter beschermd worden tegen fouling en een langere levensduur hebben met minder onderhoud. Tegelijkertijd hebben deze filters een negatief effect op de C.O.P. over de warmtewisselaar door een grotere drukval. Hoe fijner gefilterd word hoe groter de negatieve invloed op de C.O.P. Om het vermogen van een warmtewisselaar te berekenen wordt ook rekening gehouden met fouling die als correctiefactor wordt meegenomen. Deze factor is afhankelijk van de uitgangspunten van de situatie waarin de warmtewisselaar actief zal zijn. Verschillende typen oppervlaktewater of stroomsnelheid kunnen dan ook zorgen voor een andere waarde van de fouling factor.

Met behulp van het B.O.D.A.G.G. ontwerpsystematiek welke door IF Technology wordt gebruikt (gebruiker, gebouw, afgifte, distributie, overdracht, bronnen) wordt normaliter eerst gekeken welk vermogen een warmtewisselaar moet kunnen opwekken. Hiervoor is het nodig om een C.O.P. vast te stellen over de constructie en de totale energievraag en afgifte te berekenen. Op basis van het aantal (beschikbare) draaiuren kan vervolgens het benodigde vermogen berekend worden. Voor deze berekening is het nodig een aantal uitgangspunten inzichtelijk te hebben zoals het temperatuurverloop over de primaire en secundaire zijde van de warmtewisselaar, de druk binnen het systeem alsmede de drukval en het debiet door de warmtewisselaar.

Een platenwarmtewisselaar wordt geacht het meest voordelig te zijn om thermische energie te onttrekken binnen een oppervlaktewatersysteem. Deze wordt binnen de oppervlaktewatersystemen van IF Technology dan ook frequent toegepast. Er bestaan kengetallen voor de warmtewisselaars. Deze kengetallen zijn echter vaak incompleet, onnauwkeurig of verouderd. (Smeding, 2001) Hiernaast is de situatie waarvoor een

warmtewisselaar ontworpen wordt vaak verschillend en worden warmtewisselaars vaak specifiek ontworpen voor een gegeven situatie waarvan de uitgangspunten (voor zover mogelijk) bekend zijn. Kengetallen omtrent investeringen zijn daarom niet altijd even duidelijk en veelzeggend.

De ervaring met warmtewisselaars is niet in cijfers uit te drukken maar hier kan wel een waardering aan worden gegeven. De platenwarmtewisselaar en shell and tube warmtewisselaar worden veel toegepast binnen verschillende branches waarin warmteoverdracht tussen twee mediums gewenst is. (Boekhorst & Nijssen, 2000) De ervaring met een thermopipe is veel minder bekend.

De compactheid van een warmtewisselaar is vaak van belang. In het geval van de twee verschillende constructies in-line en een parallelle constructie is er wel een onderscheid te maken in het belang van de compactheid. Warmtewisselaars met een grote compactheid zijn platenwarmtewisselaars en shell and tubewisselaars. (Alfa Laval, 2014) Van beide warmtewisselaars bestaan diverse uitvoeringen waarbij ook de mate van compactheid dus het aantal (m^2/m^3) kan verschillen. De hydrea thermopipe (in wezen een grote verstevigde uitvoering van een buis –in buis wisselaar) is niet compact te noemen en presteert ten aanzien van dit selectie criterium matig. (Roorda, persoonlijke communicatie, 16-5-2014) De keuze voor een warmtewisselaar wordt gemaakt op basis van de beiden mediums die door een warmtewisselaar stromen. Compacte warmtewisselaars en viskeuze (strokerige) mediums zijn geen optimale situatie. De compactheid voor een in-line constructie bij een gemaal is niet van belang aangezien de ruimte voor een warmtewisselaar vrijwel onbeperkt is. Uiteraard spelen andere criteria zoals de investering en vermogen wel een rol binnen een dergelijke situatie.

3.4.2. TYPEN WARMTEWISSELAARS

Binnen dit onderzoek worden drie typen warmtewisselaars onderzocht. In de onderstaande alinea's hieronder wordt uiteengezet wat er van de warmtewisselaars bekend is.

Een platenwarmtewisselaar wordt veel toegepast voor diverse bedrijfssituaties zowel binnen de voedingindustrie en raffinage als binnen stadsverwarming. (Smeding, 2001) Het is dan ook een bekend type binnen de compacte warmtewisselaars. Hiermee wordt bedoeld dat de warmteoverdracht binnen een platenwarmtewisselaar hoog is, onder andere door het grote contactoppervlak tussen beide mediums ten aanzien van het volume van de warmtewisselaar zelf. Dit wordt ook wel uitgedrukt als (m^2/m^3). Een platenwarmtewisselaar is opgebouwd uit een serie op elkaar gestapelde platen. De platen kunnen geschroefd zijn maar ook gesoldeerd of gelast. Bij een systeem met geschroefde platen is het mogelijk om deze los te

koppelen voor onderhoud (bijvoorbeeld om fouling te verwijderen). Afhankelijk van de toepassing zijn platenwarmtewisselaars meer of minder robuust uitgevoerd. Met robuust wordt bedoeld de grootte van de kanalen waarover warmteoverdracht plaatsvindt. Hoe robuuster deze zijn uitgevoerd hoe minder contactoppervlak per volume van de warmtewisselaar is waardoor minder warmteoverdracht plaatsvindt. De keerzijde is een warmtewisselaar die minder gevoelig is voor fouling door grotere kanalen. De platen hebben stromingspatronen. Warmteoverdracht vindt plaats door de platen heen die de twee mediums van elkaar scheiden. Deze stromen worden van elkaar gescheiden door pakkingen tussen de platen. Een platenwarmtewisselaar is werkzaam binnen verschillende toepassingen en kan daarom aangepast worden bijvoorbeeld door de materiaalkeuze aan de temperaturen waarop overdracht moet plaatsvinden. Het temperatuurbereik van een platenwarmtewisselaar is groot namelijk van $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Smeding, 2001) Hoe compacter een platenwarmtewisselaar wordt uitgevoerd hoe minder robuust een dergelijke warmtewisselaar is. De afstand tussen de platen wordt kleiner waardoor meer weerstand wordt gecreëerd met als gevolg een kleiner debiet door de warmtewisselaar en een grotere kans op fouling. Door een hogere druk kan fouling (deels) voorkomen worden. Een platenwarmtewisselaar is door het breed toegepast gebruik relatief voordelig aan te schaffen.



Figuur 10, Platenwarmtewisselaar, (bron: HVAC Nederland, 2014)

Een shell and tubewisselaar is opgebouwd uit vele kleine buizen die verstevigd zijn met keerschotten. Het gehele buizenpakket wordt aangebracht in een grote buis waardoor zowel rondom de buitenkant van het buizenpakket warmteoverdracht kan plaatsvinden alsook binnen het buizenpakket. Een shell and tube wordt geleverd in verschillende gradaties van robuustheid afhankelijk van de toepassing waar deze voor is ontwikkeld. Hoe robuuster de shell and tube is ontwikkeld hoe minder gevoelig deze is voor fouling maar ook hoe minder

warmteoverdracht. Het meest voorkomende toepassingsgebied is binnen industriële omgevingen waar hoge temperaturen aanwezig zijn of temperatuurverschillen tussen beide mediums groot zijn. (Gielissen, 2014) Shell and tubewisselaars worden ook toegepast bij viskeuze (stroperige) mediums omdat dit soort situaties een hoge druk vereist om de mediums door de warmtewisselaar te doen stromen. Het temperatuurbereik van een shell and tube is groot. Door het ontwerp is dit type duurder in aanschaf dan een platenwarmtewisselaar. (Smeding, 2001) Afhankelijk van de robuustheid van een shell and tubewisselaar variëren de waarden voor de verschillende criteria. De compactheid van een shell and tubewisselaar is hoger dan die van de vereenvoudigde versie de buis- in buiswisselaar maar lager dan die van een platenwarmtewisselaar.

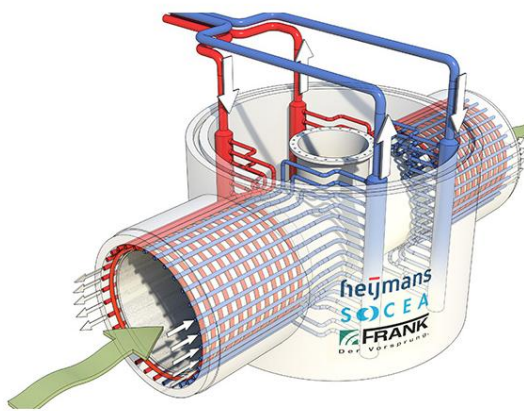


Figuur 11, Shell and tubewisselaar, (bron: APK Therma, 2014)

De thermpipe is een warmtewisselaar afkomstig uit de riothermie en is geproduceerd door het Duitse bedrijf Frank en geleverd in Nederland door Heijmans. De temperatuur waar de warmtewisselaar voor is ontworpen is die van gemiddelde temperaturen die in het rioolwaterstelsel voorkomen (18 °C) en daarmee in beperkte mate vergelijkbaar met temperaturen van oppervlaktewater.

De thermpipe is opgebouwd uit een buisdeel met een lengte van 3,30 meter en een diameter van 1,60 meter. De thermpipe bestaat uit twee kunststof delen die als een buis- in buis wisselaar zijn ontworpen. Om de binnenschil heen wordt een spiraalwikkeldbus geleid. Het water dat door deze wikkeldbus stroomt wordt door de hogere temperatuur van het rioolwater opgewarmd. (Hydrea Thermpipe, 2014) Deze kunststofconstructie is in beton gegoten zodat de thermpipe thermisch energie kan onttrekken en kan dienen als constructieve installatie. (Heijmans, 2014) De compactheid van een thermpipe is klein dat wil zeggen dat deze een relatief klein

contactoppervlak heeft in relatie tot het volume van de thermopipe zelf. De maximale lengte van de thermopipe die kan worden gekoppeld is 150 meter. De lengte is voldoende om 100 woningen van warmte te voorzien. (Hydrea Thermopipe, 2014) De thermopipe wordt omschreven als ongevoelig voor fouling. De mogelijkheden tot onderhoud zijn beperkt door de constructieve betonnen buitenlaag. Van binnenuit is de buis wel toegankelijk voor inspectie. De levensduur van een hydrea thermopipe wordt geschat op 100 jaar (wat langer is dan conventionele rioolleidingen) en ook langer dan bijvoorbeeld een platenwarmtewisselaar of shell and tube. Niet duidelijk is welke invloed fouling heeft op de warmteoverdracht. Door de geringe ervaring met dit type warmtewisselaar is er nog weinig informatie bekend.



Figuur 12, Hydrea thermopipe, (bron: Hydrea Thermopipe, 2014)

3.5. KOUDE- EN WARMTELOZING

Voor zowel warmte als koudelozingen bestaat wetgeving en moet een vergunning verleend worden. De waarden waarbinnen warmtelozingen moeten voldoen zijn bekend. Koudelozingen zijn een relatief nieuw begrip met als gevolg dat de wetgeving (nog) niet is geoptimaliseerd om tegemoet te komen aan de verschillende stakeholders en de verschillende belangen die zij vertegenwoordigen. Duidelijk onderzoek naar de effecten (op flora en fauna) van een koudelozing zijn niet bekend. De temperatuur waarop een koudelozing mag worden geloosd ten aanzien van het ingenomen oppervlaktewater is gesteld op 3 °C. Bij grotere verschillen wordt verondersteld dat flora en fauna hiervan te veel nadelige gevolgen zullen ervaren. Algemeen wordt ervaren dat afwijkingen van de situatie al snel als nadelig worden ervaren. (Boderie, 2012) Niet bekend is wanneer de temperatuur weer is gestabiliseerd door stroming en menging van het water. Tevens wordt verondersteld dat de afkoeling van oppervlaktewater ook positieve effecten kan hebben zoals het tegengaan van botulisme en blauwalg in gebieden die hiervoor gevoelig zijn. Gevoelige gebieden zijn ondermeer steden waar door het urban heating

effect een verdere opwarming plaatsvindt die ook het oppervlaktewater meer opwarmt dan buiten deze gebieden. (Bessembinder, Brandsma & Wolters , 2011)

Beoordelingskader warmtelozingen in NL
- absoluut maximum (28 °C) - relatief maximum (3 °C opwarming) - mengzone (passeerbaarheid vis): - $T > 30\text{ °C}$ als dwarsdoorsnede $< 25\%$
Gemaal Koudwaterlozing vispassage peilvak Beoordelingskader koudelozingen
- absoluut minimum (? °C) - relatief minimum (3 °C afkoeling veilig?)

Figuur 13, Beoordelingkader warmtelozingen en koudelozingen in Nederland, (Bron: Boderie, 2012)

Omdat in het geval van het onttrekken van warmte aan oppervlaktewater de koudelozingen aan relatief strikte wetgeving ten opzichte van warmtelozingen moeten voldoen in vergelijking tot warmtelozingen is de hoeveelheid thermische energie die per m^3 aan het water kan worden onttrokken lager.

3.6. DIRECTE OF INDIRECTE LEVERING

Een oppervlaktewatersysteem kan thermische energie leveren zowel direct maar ook indirect door middel van het opslaan van thermische energie binnen een seizoensopslag ofwel een W.K.O. Dit is een open bodem systeem waarbinnen koude of warmte worden opgeslagen in aquifers (waterhoudende pakketten). Deze aquifers mogen niet de aquifers zijn die voor grondwaterwinning worden gebruikt. (Agentschap NL, 2011) De keuze voor directe of indirecte levering wordt bepaald op basis van de buitentemperatuur in relatie tot de temperatuur van het oppervlaktewater zelf. Bijvoorbeeld in de herfst wanneer het oppervlaktewater relatief warm is maar de buitentemperatuur relatief laag worden gebouwen (afhankelijk van de functie) verwarmd. In dat geval kan er sprake zijn van directe levering omdat het oppervlaktewater nog warm genoeg is. Wanneer het oppervlaktewater echter onder de kritische grens van 12 °C daalt in de winter is directe levering niet mogelijk (althans niet met een acceptabel rendement). In dit geval wordt gekozen voor indirecte levering door middel van een W.K.O.-installatie. (Deltares, 2008)

3.7. AFSLUITEND

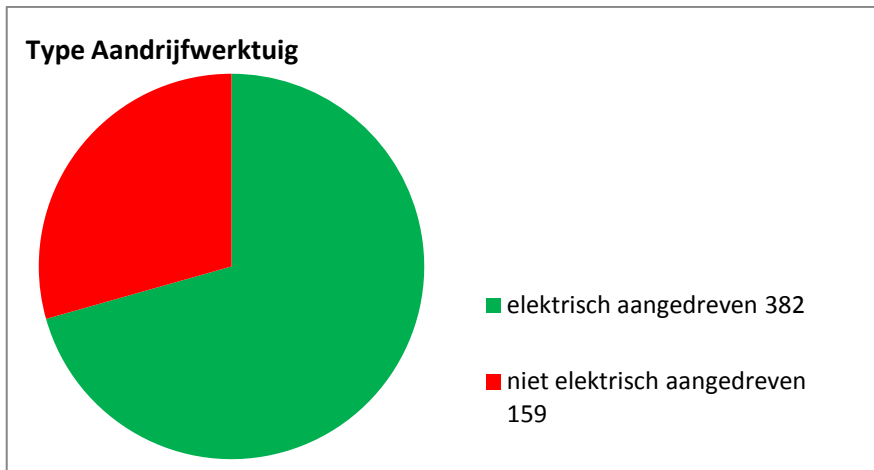
Dit hoofdstuk het theoretisch kader heeft een overzicht gegeven van de reeds bekende informatie over gemalen, warmtewisselaars en aanverwante zaken zoals wetgeving. Thermische energie onttrekken bij gemalen is een nieuwe ontwikkeling binnen het concept SMART polder. Een gemaal met een thermische constructie is nog niet gerealiseerd. In dit hoofdstuk zijn daarom geen showcases behandeld maar heeft dit hoofdstuk zich vooral gericht op de 2 meest belangrijke onderdelen van een dergelijk gemaal, namelijk het gemaal zelf en een warmtewisselaar. In het volgende hoofdstuk zal middels verschillende randvoorwaarden een selectie worden gemaakt uit de gemalen binnen het hoogheemraadschap van Delfland. De geselecteerde gemalen worden als kansrijk bestempeld op basis van de gestelde randvoorwaarden.

4. INVENTARISATIE KANSRIJKE GEMALEN

In dit hoofdstuk worden de gemalen binnen het hoogheemraadschap van Delfland geïnterviewd. Deze inventarisatie heeft als doelstelling het inzichtelijk maken van de variabelen van de verschillende gemalen binnen het hoogheemraadschap van Delfland. Op basis van het al dan niet vallen binnen de randvoorwaarden worden keuzes gemaakt welke gemalen als kansrijk beoordeeld worden. Dit hoofdstuk levert daarom de informatie om het antwoord op de eerste deelvraag te geven. De eerste deelvraag is: Welke kansrijke gemalen zijn aanwezig binnen het beheersgebied van het hoogheemraadschap van Delfland? Om een selectie te maken zijn randvoorwaarden opgesteld. Deze randvoorwaarden zijn in hoofdstuk twee opgenomen onder de deelvraag. De individuele gemalen worden getoetst op de verschillende randvoorwaarden voor zover deze uit de twee verschillende inventarisaties van het hoogheemraadschap duidelijk zijn.

4.1. TYPE AANDRIJFWERKTUIG

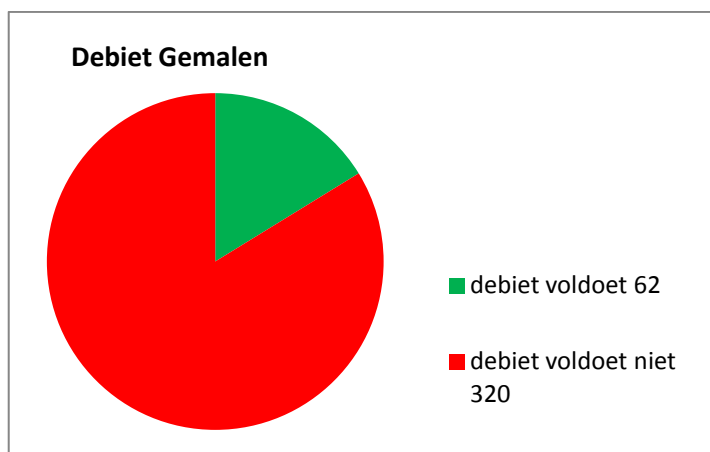
De energiedrager is als eerste randvoorwaarde toegepast. De energie die benodigd is om thermische energie te onttrekken aan oppervlaktewater door middel van een warmtewisselaar is het gemakkelijkst aan te voeren via bestaande infrastructuur, namelijk bestaande verbinding met elektriciteitsnet. Door deze randvoorwaarde toe te passen vallen er van de 541 aanwezige gemalen in het gebied van het hoogheemraadschap van Delfland reeds 159 gemalen af. De output van het gemaal, debiet, is naast de huidige energievraag van het gemaal minstens even belangrijk. Immers, de ruimte binnen of direct buiten het gemaal moet voldoende ruimte bieden om een thermische constructie in te passen. Een te krap bemeten technische ruimte in het gemaal biedt weinig kansen aan uitbreiding van het systeem met een warmtewisselaar. Deze zou dan de operationele functionaliteit van het gemaal zelf negatief beïnvloeden. In de volgende paragraaf wordt er daarom aandacht besteed aan het debiet.



Figuur 14, Type aandrijfwerktuig gemalen hoogheemraadschap van Delfland, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

4.2. DEBIET GEMALEN

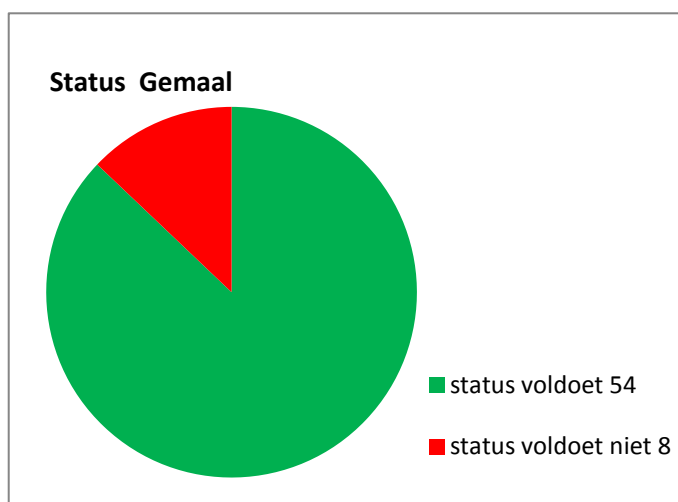
De grootte van het debiet is een belangrijke randvoorwaarde voor het ontwerp, installeren en juist implementeren van het energie onttrekkingproces binnen de systeemgrenzen van het gemaal. Aangenomen wordt dat de grootte van het debiet aangeeft of er ruimte is voor uitbreiding van het systeem. De grens van het minimale debiet is gesteld op $30 \text{ m}^3/\text{min}$. Door deze randvoorwaarde, die eerder is besproken in hoofdstuk 2 vallen er nog eens 320 gemalen af. Deze randvoorwaarde is daarmee de oorzaak van het afvallen van een aanzienlijk deel van de gemalen. Wellicht is de minimumwaarde voor het debiet naar beneden toe bij te stellen als blijkt dat een grote groep van deze gemalen wel aan de andere opgestelde randvoorwaarde voldoet. Bij een deel van de afgefallen gemalen wordt als waarde voor het debiet 0 opgegeven. Bij deze gemalen is het debiet niet bekend het is niet uit te sluiten dat een deel van deze groep wel voldoet aan de minimumwaarde gesteld voor het debiet. Deze waarde namelijk ook aangeven dat het gemaal (tijdelijk) inactief, defect of verwijderd is. Uit de inventarisatie is dit niet duidelijk op te maken. Dit legt meteen de link naar paragraaf 4.3, de status van het gemaal.



Figuur 15, Debiet gemalen groter dan 30 m³/minuut en elektrisch aangedreven, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

4.3. STATUS GEMAAL

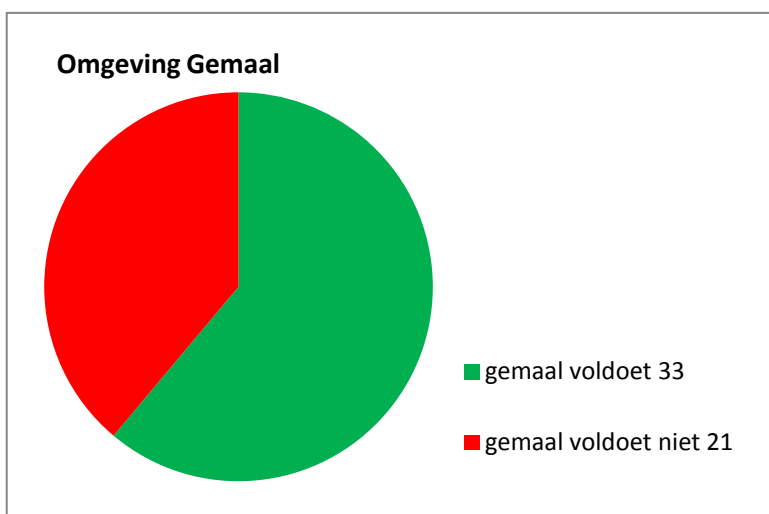
Van de 62 overgebleven gemalen die nog in aanmerking komen is de status onderzocht. Als de gemalen niet (meer) operationeel zijn, maar volgens de inventarisatie in bijlage A wel een debiet hebben dat afdoende is, en een juiste aandrijving hebben dan vallen ze nu af. Dit betreft bijvoorbeeld noodpompen, die geen permanente opstelling hebben, maar ook pompen die niet in handen zijn van het hoogheemraadschap van Delfland maar in eigendom van overige publieke dan wel private partijen. Na het toepassen van de randvoorwaarde permanente opstelling vielen er nog eens 8 gemalen af.



Figuur 16, Gemalen die een correcte status hebben en daarnaast elektrisch aangedreven zijn en voldoen aan de minimumwaarde van 30 m³/minuut, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

4.4. OMGEVING GEMAAL

Van de nog overgebleven 54 gemalen is in deze paragraaf de laatste randvoorwaarde toegepast om een geschikt gemaal te vinden. Deze randvoorwaarde betreft de ligging van het gemaal ten opzichte van de omgeving. Niet alleen de natuurlijke maar ook de logistieke omgeving, alsmede de afzetmarkt voor onttrokken thermische energie aan het oppervlaktewater. Aangenomen wordt dat een afstand van maximaal 200 meter tot de dichtstbijzijnde potentiële afnemer nog realistisch is om een gemaal rendabel te laten zijn. Na toepassing van deze randvoorwaarde vielen er nog eens 21 gemalen af. Er zijn daarmee 33 gemalen geselecteerd als kansrijk.



Figuur 17, Gemalen die binnen een omgeving staan met potentiële afnemers en hiernaast voldoen aan een correcte status, minimum waarde voor debiet en elektrisch aangedreven zijn, (bron: Hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

4.5. VERMOGENSVRAAG EN DRAAIUREN GEMAAL

Van de 33 gemalen die geschikt geacht worden op basis van de eerdere selectiecriteria is de vermogensvraag zowel nominaal als maximaal niet bekend bij het hoogheemraadschap. Het vermogen kan echter wel berekend worden met behulp van de methode (voor pompen met een opvoerfunctie) die in hoofdstuk 3 theoretisch kader is uitgelegd.

Gebleken is dat door de invoering van waarden voor het nominale debiet (0,5 of 0,25 afhankelijk van de grootte van het maximale debiet) de waarden voor het nominaal vermogen van een gemaal te laag worden berekend. Het gevolg hiervan is dat het aantal draaiuren soms wel een factor vier groter is dan het daadwerkelijk aantal draaiuren.

Hiervoor zijn een aantal oorzaken aan te wijzen. In het geval van gemaal Eshofpolder is dit te verklaren door de volgende factoren:

- Het nominaal debiet is soms groter dan aangenomen kan worden op basis van het maximale debiet.
- De opvoerhoogte is groter dan het peilverschil dat overbrugd wordt bijvoorbeeld omdat een duiker 2 peilgebieden verbindt. Deze extra hoogte wordt ingebouwd om te voorkomen dat water terug kan stromen bij fluctuatie van het bovenliggende peil
- Het rendement van een opvoerwerktuig is soms beduidend lager dan kengetallen die normaliter gelden voor pompen.

Deze 3 factoren zorgen ervoor dat het aantal draaiuren niet te berekenen is aangezien de verschillende waarden voor de 3 variabelen significant per specifiek gemaal kunnen verschillen. (Ludikhuize, persoonlijke communicatie, 1-4-2014) De vermogensvraag van gemalen is niet bekend binnen het hoogheemraadschap, het aantal draaiuren van een specifiek gemaal kan wel opgevraagd worden. Voor sommige gemalen is ook de energievraag bekend.



Figuur 18, Overzicht locaties kansrijke gemalen volgens randvoorwaarden, (bron: GoogleEarth, 2014)

4.6. ONDERZOEK VAN GEMALEN

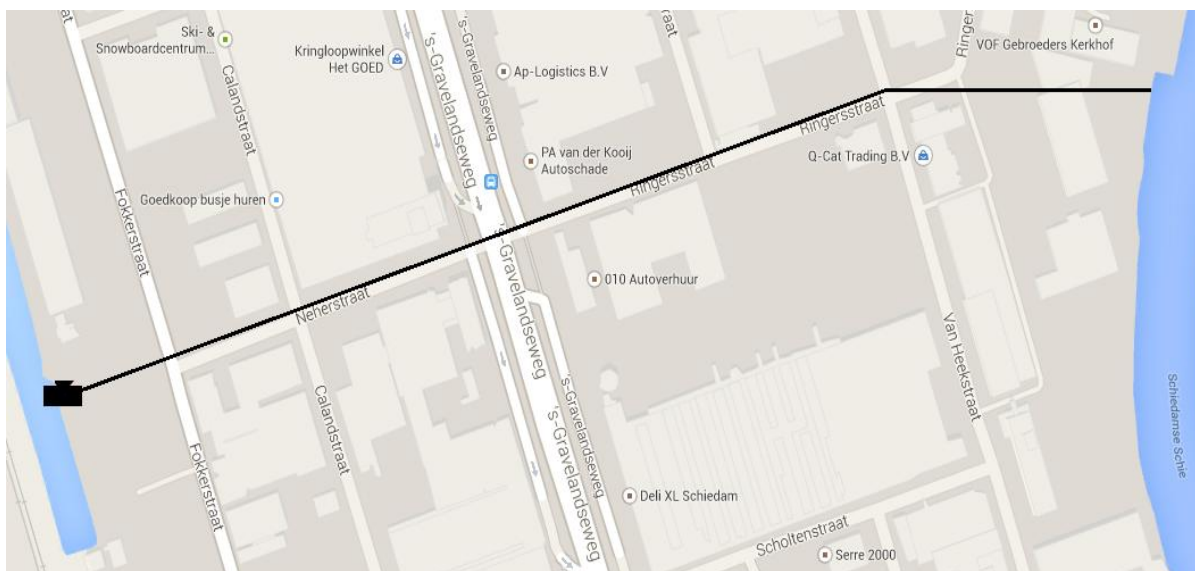
In dit eerste hoofdstuk dat de onderzoeksresultaten behandelt is onderzoek gedaan naar welke kansrijke gemalen zich bevinden in het hoogheemraadschap van Delfland. Met behulp van de verschillende opgestelde randvoorwaarden voor kansrijke gemalen is getoetst welke gemalen aan deze randvoorwaarden voldoen. Van de aangeleverde inventarisaties van het hoogheemraadschap zijn van de 541 gemalen uiteindelijk 33 gemalen als kansrijk beoordeeld. In figuur 18 is overzichtelijk weergegeven waar deze gemalen zich bevinden in het onderzoeksgebied. De kansrijke gemalen gegevens zijn daarnaast in tabelvorm terug te vinden in bijlage C. Twee gemalen zullen in het volgende hoofdstuk nader onderzocht worden te weten gemaal Eshofpolder en gemaal Poldervaartpolder.

5. TWEE KANSRIJKE GEMALEN

In dit hoofdstuk worden twee gemalen die als kansrijk zijn beoordeeld in het voorgaande hoofdstuk verder onderzocht. Dit zijn de gemalen van de Poldervaartpolder en van de Eshofpolder. Gemaal Poldervaartpolder bevindt zich aan de Fokkerstraat 300, te Schiedam. Gemaal Eshofpolder bevindt zich aan de Erasmusweg waar deze kruist met de Loevensteinlaan te 's Gravenhage. Het aanvullende onderzoek richt zich op de energievraag van de omgeving door een korte gebiedsbeschrijving en de beschikbare periode per jaar waarin warmte of koude onttrokken kan worden in synergie met de oorspronkelijke functie waterbeheer van het gemaal.

5.1. GEMAAL POLDERVAARTPOLDER

Voor het onderzoeken op een in-line constructie is gemaal Poldervaartpolder geselecteerd. Dit gemaal beschikt namelijk over een persleiding hetgeen als randvoorwaarde is gesteld voor kansrijke gemalen die op een in-line constructie worden onderzocht. Het aantal kansrijke gemalen waaruit gekozen kon worden voor een in-line constructie was beperkt aangezien uit de aangeleverde inventarisatie van het hoogheemraadschap niet duidelijk is welke gemalen beschikken over een persleiding. Ondanks deze beperkende factor komt het gemaal Poldervaartpolder na selectie aan de hand van de reeds onderzochte algemene randvoorwaarden en deze specifieke randvoorwaarden voor een in-line constructie wel als kansrijk naar voren.



Figuur 19, Gemaal en persleiding Poldervaartpolder, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

5.1.1. ENERGIEVRAAG OMGEVING

Het gemaal Poldervaartpolder is gepositioneerd aan de rand van een bedrijventerrein. De persleiding van het gemaal Poldervaartpolder loopt onder de Neherstraat en vervolgens onder de Ringerstraat door zoals is te zien op figuur 19. Direct aan de route van de persleiding liggen 15 bedrijfspanden aan beide zijden van de Neherstraat en de Ringersstraat. De lengte van de persleiding is ruim 730 meter. (Keijzer, persoonlijke communicatie, 24-4-2014)



Figuur 20, Energievraag omgeving gemaal Poldervaartpolder, (bron: Warmteatlas, 2014)

Op de hoek 's Gravelandseweg en Neherstraat bevindt zich een groot bedrijfspand met kantoor functie. Dit pand is gefotografeerd vanaf de Ringersstraat. De panden hebben verschillende bedrijfsfuncties met daardoor ook een verschillende te verwachten energievraag. Net naast het gemaal (aan de noorzijde) bevindt zich Cryotainer welke eventueel een interessante stakeholder kan zijn bij het tot stand komen van een businesscase met betrekking tot gemaal Poldervaartpolder. Figuur 20 geeft een overzicht van de thermische energievraag van de directe omgeving. De gebouwen zijn niet gespecificeerd en worden aangeduid als BAG-panden (basisregistraties adressen en gebouwen).



Figuur 21 en 22, Voor- en zijaanzicht gemaal Poldervaartpolder

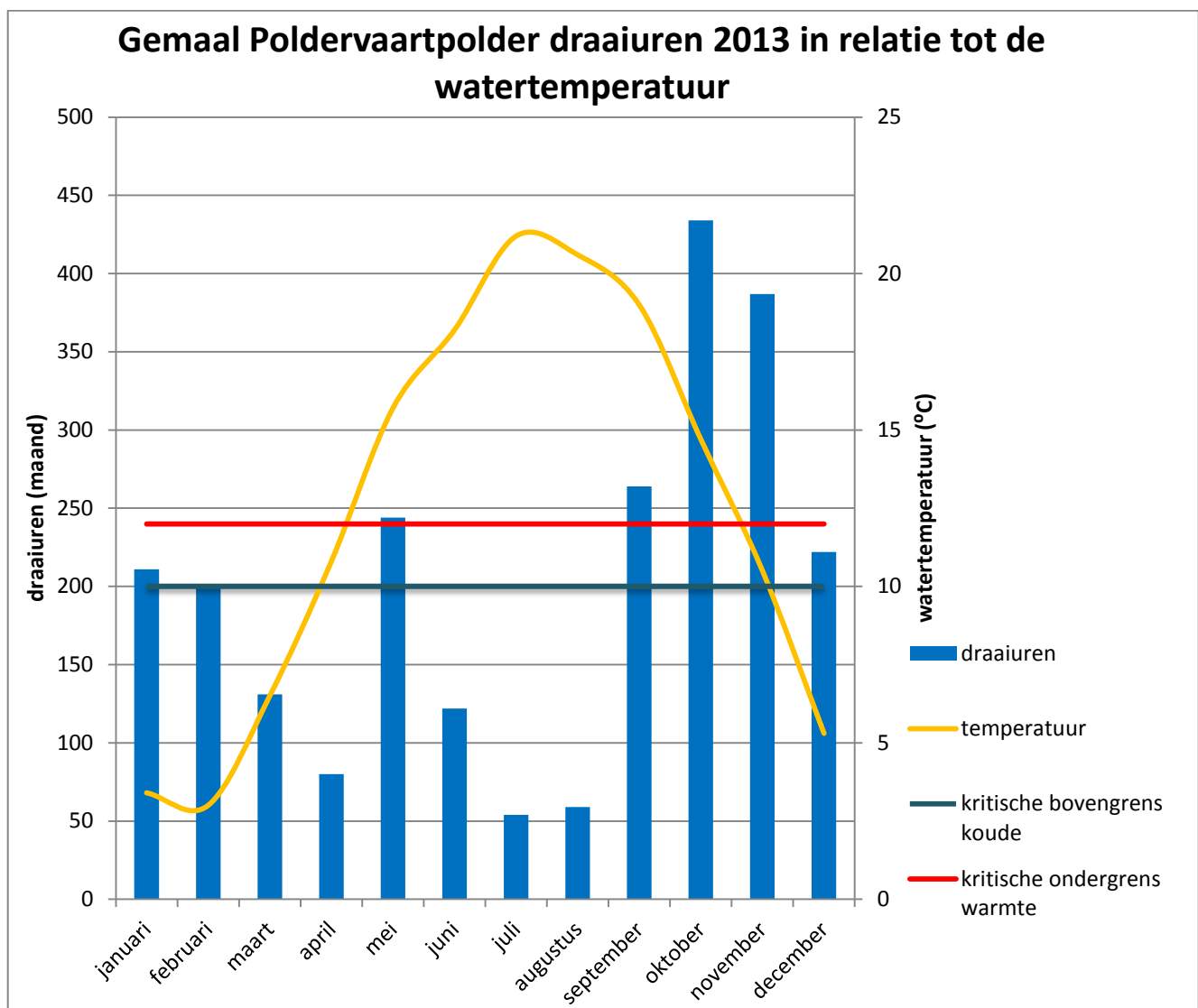


Afbeelding 23 en 24, Uitlaat gemaal Poldervaartpolder en kruising Neherstraat met 's Gravenlandseweg, Schiedam

5.1.2. BESCHIKBARE PERIODE

Het aantal draaiuren van gemaal Poldervaartpolder bedraagt 2408 uur over meetjaar 2013. Op basis van de gemiddelde watertemperatuur die is genomen over drie locaties in de regio over vijf meetjaren (2008-2012) met een maandelijkse frequentie is het aantal uur dat warmte onttrokken kan worden op jaarbasis 1177 uur afgerond naar 1200 en het aantal uur waarop koude onttrokken kan worden 764 uur afgerond naar 800 uur. Hierbij is uitgegaan dat de kritische ondergrens om warmte aan water te onttrekken 12 °C is en de kritische bovengrens om koude aan water te onttrekken 10 °C is. Deze grenzen zijn vastgelegd in overleg met IF Technology. In bijlage D is de gemiddelde temperatuur over 5 jaar over drie verschillende locaties gemiddeld. Gekozen is voor deze drie locaties omdat zij een redelijke spreiding over het gebied hebben en bovendien omdat

van deze locaties meetgegevens over vijf jaar bekend waren en deze maandelijks binnen een periode van tien dagen genomen zijn waardoor zo accuraat mogelijke waarden zijn aangehouden. Uit dit langjarige gemiddelde over het gehele gebied is af te leiden dat het seizoen om warmte te onttrekken loopt van begin mei tot eind oktober en het seizoen om koude te onttrekken loopt van begin december tot eind maart. De maanden april en november zijn overgangsmoanden waarin de temperatuur van het oppervlaktewater zich tussen de kritische bovengrens voor koudewinning maar onder de kritische ondergrens voor warmtewinning bevindt waardoor het niet rendabel is om thermische energie te onttrekken aan het verpompte water.



Figuur 25, Overzicht draaiuren gemaal Poldervaartpolder per maand in verhouding tot de langjarige gemiddelde temperatuur van oppervlaktewater in het hoogheemraadschap van Delfland, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

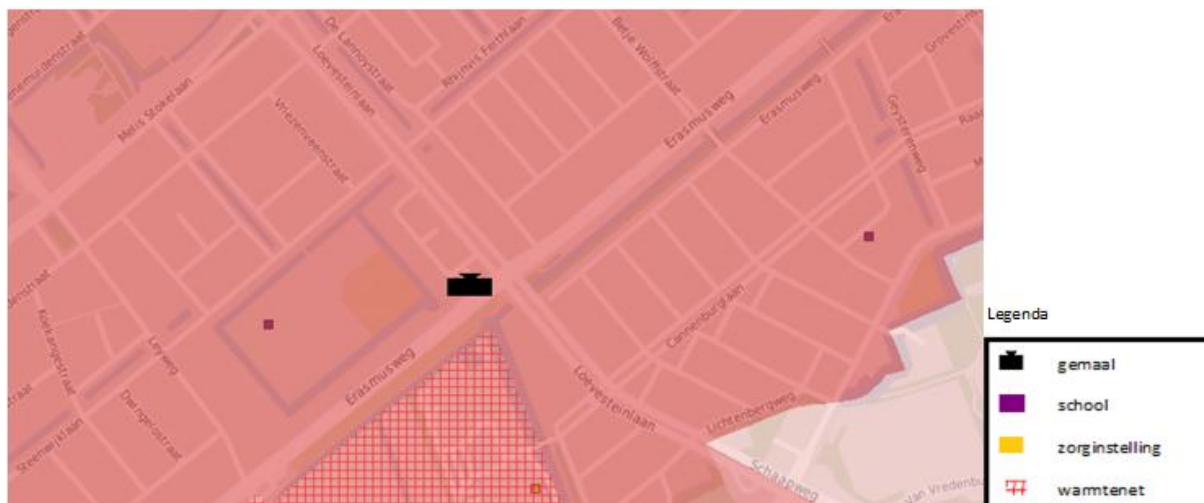
In figuur 25 en tabel 1 is de samengestelde grafiek van gemaal Poldervaartpolder te zien waarin het aantal draaiuren die het gemaal over meetjaar 2013 heeft verdeeld over de maanden in combinatie met de langjarige gemiddelde temperatuur van het oppervlaktewater.

Tabel 1, Draaiuren gemaal Poldervaartpolder in verhouding tot de gemiddelde langjarige temperatuur van het oppervlaktewater binnen het hoogheemraadschap van Delfland (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Maand	draaiuren	temperatuur
Januari	211	3,4
Februari	200	3
Maart	131	6,5
April	80	10,8
Mei	244	15,7
Juni	122	18,2
Juli	54	21,2
Augustus	59	20,6
September	264	19
Oktober	434	14,7
November	387	10,5
December	222	5,3

5.2. GEMAAL ESHOFPOLDER

Voor het onderzoeken op een parallelle constructie is gemaal Eshofpolder geselecteerd. Het aantal kansrijke gemalen waaruit gekozen kon worden voor een parallelle constructie is groot aangezien geen (lange) persleiding hoeft te worden opgenomen binnen de systeemgrenzen van het gemaal. Dit gemaal is evenals gemaal Poldervaartpolder verder onderzocht op een verwachte energievraag van de omgeving door een gebiedsomschrijving. Hiernaast is ook de beschikbare periode berekend waarin warmte of koude onttrokken kan worden aan het oppervlaktewater.



Figuur 26, Energievraag omgeving gemaal Eshofpolder, (bron: Warmteatlas)

5.2.1. ENERGIEVRAAG OMGEVING

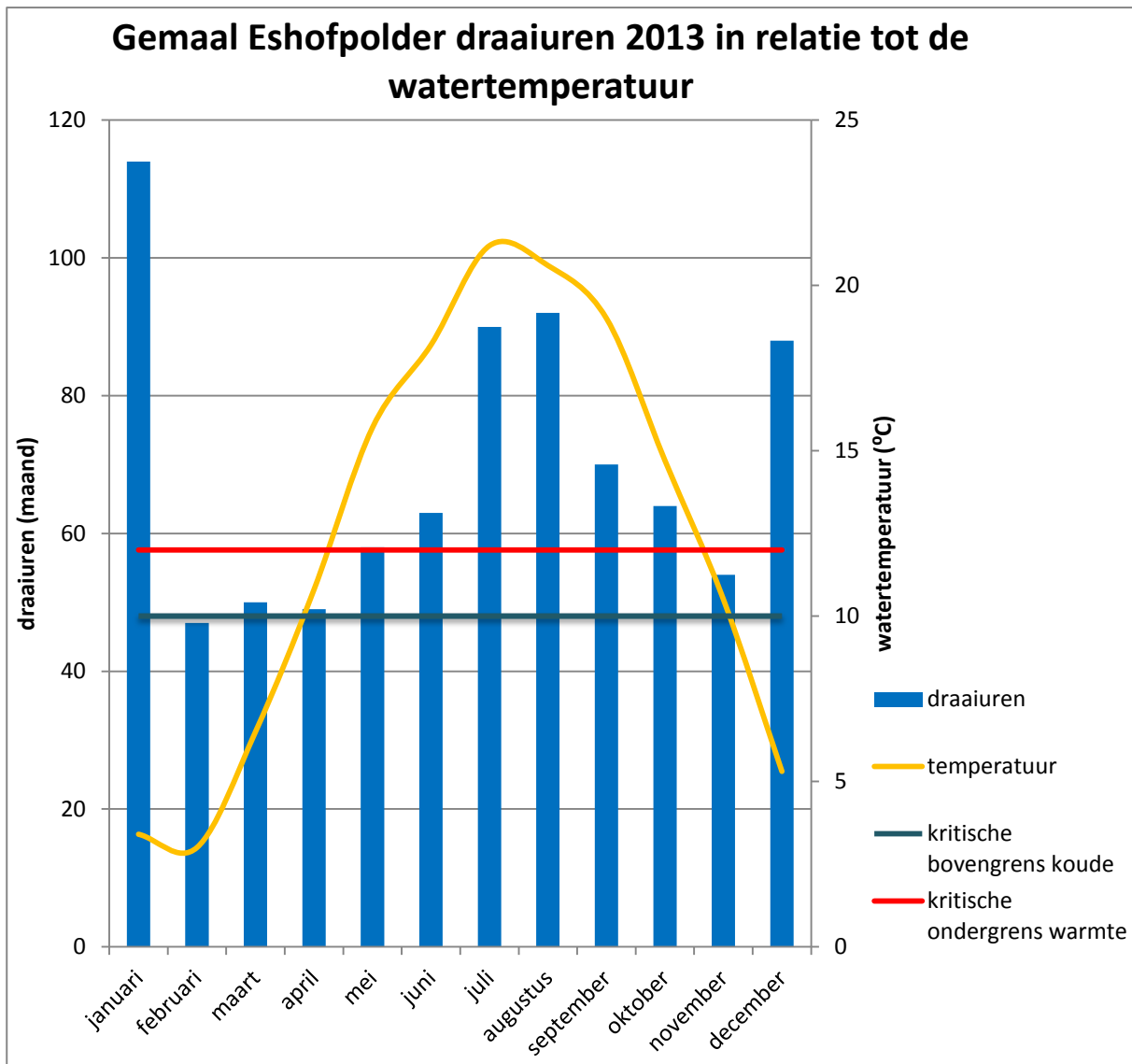
Het gebied waar gemaal Eshofpolder is gepositioneerd is bebouwd gebied met voornamelijk een woonfunctie en hiernaast enkele interessante utiliteitsgebouwen zoals een school op 270 meter en een verzorgingshuis op 300 meter afstand. De woningbouw in de directe omgeving van het gemaal bestaat uit galerijflats welke in verschillende perioden gebouwd zijn en recentelijk niet zijn gerenoveerd. Deze 2 galerijflats bevinden zich op een minimale afstand van 20 meter van het gemaal. In de omgeving zijn meer dan 10 van dit type flats de afstand neemt wel toe naarmate het aantal flatgebouwen dat wordt meegenomen als potentiële afnemer van thermische energie wordt vergroot. De mogelijkheid tot potentiële afnemers van warmte en/of koude lijkt daarmee gewaarborgd. Binnen het gebied is tevens een warmtenet aanwezig. De kortste afstand tot dit warmtenet is 80 meter. In figuur 26 zijn de verschillende potentiële afnemers terug te vinden binnen de omgeving van gemaal Eshofpolder. De galerijflats zijn niet opgenomen binnen dit figuur maar bevinden zich in de directe omgeving zoals in figuur 27, 28 en 30 in beeld is gebracht. De rode achtergrond in figuur 26 laat de energievraag per buurt per hectare zien. Uit dit figuur wordt ook duidelijk gemaakt dat de energievraag van woningen die zijn aangesloten op het warmtenet (aan de zuid zijde van het gemaal) lager is dan woningen die niet op een warmtenet zijn aangesloten in de omgeving van het gemaal.



Figuur 27 en 28, Inlaat gemaal Eshofpolder



Figuur 29 en 30, Inlaat gemaal Eshofpolder en omgeving



Figuur 31, Overzicht draaiuren gemaal Eshofpolder per maand in verhouding tot de langjarige gemiddelde temperatuur van oppervlaktewater in het hoogheemraadschap van Delfland, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

De energievraag is gemiddeld. De galerijflats bieden een goede kans op de afzet van warmte en koude aangezien met relatief kleine investeringen ten opzichte van een woonwijk individuele appartementen aangesloten kunnen worden mits deze appartementen voldoende verwarmd kunnen worden door laag temperatuur verwarming die een dergelijk systeem levert.

Tabel 2, Draaiuren gemaal Eshofpolder in verhouding tot de gemiddelde langjarige temperatuur van het oppervlaktewater binnen het hoogheemraadschap van Delfland (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Maand	draaiuren	temperatuur
Januari	114	3,4
Februari	47	3
Maart	50	6,5
April	49	10,8
Mei	58	15,7
Juni	63	18,2
Juli	90	21,2
Augustus	92	20,6
september	70	19
Oktober	64	14,7
November	54	10,5
December	88	5,3

5.2.2. BESCHIKBARE PERIODE

Het aantal draaiuren van gemaal Eshofpolder bedraagt 839 uur over meetjaar 2013. Op basis van de gemiddelde water temperatuur die is genomen over 3 locaties in de regio over 5 meetjaren (2008-2012) met een maandelijkse frequentie is het aantal uur dat warmte kan worden onttrokken op jaarbasis 437 uur afgerond naar 425 uur en het aantal uur waarop koude kan onttrokken worden 299 uur afgerond 300 uur. Dit geldt wanneer wordt uitgegaan van een onveranderde situatie van het gemaal Eshofpolder welke zou gelden voor een in-line constructie. Het aantal draaiuren in zowel de warme maanden (juni, juli augustus, september) rekening houdend met de temperatuur van het oppervlaktewater als de koude maanden (december, januari) is relatief hoog in vergelijking tot de meer gematigde maanden. Hierbij is ervan uitgegaan dat de kritische ondergrens om warmte aan water te onttrekken 12 °C is en de kritische bovengrens om koude aan water te onttrekken 10 °C is. Het seizoen om warmte te onttrekken loopt van begin mei tot eind oktober en het seizoen om koude te onttrekken loopt van begin december tot eind maart. De maanden april en november zijn overgangsmaanden omdat de temperatuur van het oppervlaktewater zich gedurende deze maanden (gedeeltelijk) tussen de kritische bovengrens voor koudewinning maar onder de kritische ondergrens bevind.

$$V_{\text{parallele constructie}} = h \cdot (Q_{\text{gemaal}} \cdot 60) / 0,5$$

$$Q_{\text{parallele constructie}} = V_{\text{parallele constructie}} / h$$

Waarin:

V = volume in (m³)

h = tijd (h)

Q = debiet (m³/min)

$$V_{\text{parallele constructie}} = h \cdot (Q_{\text{gemaal}} \cdot 60) / 0,5$$

$$839 \cdot (120 \cdot 60) / 0,5 = 3020400 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{parallele constructie}} = V_{\text{parallele constructie}} / h$$

$$3020400 / 4000 = 755 \text{ m}^3/\text{h}$$

Figuur 32, Beschikbaar aantal draaiuren parallele constructie gemaal Eshofpolder

In figuur 32 is het beschikbare aantal draaiuren voor de parallele constructie berekend door het aantal draaiuren 839 te vermenigvuldigen met het debiet van het gemaal. In dit gemaal is het nominale debiet even groot als het maximale debiet. Het gemaal kan alleen op vol vermogen draaien. (Ludikhuize, persoonlijke communicatie, 1-4-2014). Rekening houdend met een gewenst aantal draaiuren van 4000 (2000 warmte, 2000 koude) en een maximaal percentage van 50 door de parallele constructie kan een beschikbaar debiet worden berekend voor de parallele constructie. Het maximale debiet door de parallele constructie bedraagt 755 m³/h. Een parallele constructie heeft een voordeel ten opzichte van een in-line constructie. Dit voordeel wordt veroorzaakt door het hoge aantal beschikbare draaiuren ten opzichte van een in-line constructie. Dit hoge aantal draaiuren resulteert erin dat het geproduceerde thermische vermogen lager kan zijn maar de energieproductie groter kan zijn. Dit is een logisch gevolg omdat de energieproductie van twee variabelen afhankelijk is, namelijk het vermogen en de tijd. Door een van de twee waarden te vergroten wordt ook de totale energieproductie vergroot.

5.3. BEOORDELING GESELECTEERDE GEMALEN

In dit hoofdstuk is verder onderzoek gedaan naar 2 kansrijke gemalen zoals die in hoofdstuk 4 zijn geselecteerd op basis van de opgestelde randvoorwaarden. Beide gemalen worden op basis van dit hoofdstuk nog steeds als kansrijk beoordeeld. In het volgende hoofdstuk zullen de uitgangspunten van beide gemalen worden doorberekend. Aan de hand van deze resultaten kan dan een verdere selectie worden gemaakt om slimme combinaties nader te onderzoeken op technische en financiële inpasbaarheid.

6. COMBINATIE CONSTRUCTIE & WARMTEWISSELAAR

Kansrijke gemalen zoals die in de 2 voorgaande hoofdstukken zijn onderzocht worden in dit hoofdstuk verder onderzocht op de mogelijkheid om een thermische constructie in te passen binnen de systeemgrenzen. In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten voor beide gemalen opgesteld en doorgerekend. Dit hoofdstuk geeft daarom antwoord op de tweede deelvraag: Welke combinaties tussen constructies en warmtewisselaars zijn geschikt om thermische energie te onttrekken uit oppervlaktewater bij gemalen binnen het hoogheemraadschap van Delfland?

Om de verschillende warmtewisselaars met elkaar te kunnen vergelijken binnen de twee verschillende constructies (in-line of parallel) ten opzichte van een gemaal worden een aantal vaste uitgangspunten aangehouden. Na de doorrekening van de warmtewisselaars voor de twee situaties kan inzichtelijk gemaakt worden welke slimme combinaties tussen type constructie en type warmtewisselaar gemaakt kan worden op basis van de uitgangspunten van de 2 kansrijk geachte gemalen. Om de verschillende warmtewisselaars door te laten rekenen met gespecialiseerde software zijn de uitgangspunten van beide gemalen aan KAPP aangeleverd. Deze heeft vervolgens de berekeningen van de verschillende warmtewisselaars uitgevoerd. Voor de hydra thermopipe is ook een berekening gemaakt door Heijmans. De uitwerking van de berekening over de warmtewisselaar is niet opgenomen in bijlage G2.

6.1. UITGANGSPUNTEN GEMAAL POLDERVAARTPOLDER

Het gemaal Poldervaartpolder wordt onderzocht op de inpasbaarheid van een warmtewisselaar die in-line geplaatst wordt met het gemaal. De uitgangspunten zijn inmiddels bekend

- Flowrate 2000 tot 2700 m³/h
- ΔT primaire zijde maximaal 3°C
- ΔT secundaire zijde maximaal 3°C
- Dichtheid (oppervlaktewater) $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$
- Fouling Factors (standaard kwaliteit oppervlaktewater)
- Gewenst Thermisch vermogen 2,1 MW
- 2000 draaiuren (1200 warmte, 800 koude)

De flowrate (debiet) van het gemaal is 33 tot 45 m³/minuut omgerekend naar uren komt dit tot de opgegeven waarden. Het is gebruikelijk om het debiet van een warmtewisselaar per uur weer te geven. In figuur 1 is aangegeven dat de ΔT maximaal 3 is voor zowel de primaire als secundaire zijde van de warmtewisselaars. Deze waarde komt deels voort uit wetgeving die restricties stelt aan het temperatuurverschil voor zowel warmte- als koudelozingen. De dichtheid van verschillende soorten water verschilt, er is verschil tussen bijvoorbeeld gedemineraliseerd water en oppervlaktewater. Dit komt ondermeer door chemische verontreiniging van het oppervlaktewater waardoor de dichtheid hoger kan zijn dan dat van bijvoorbeeld gedemineraliseerd water. Hier wordt geen rekening mee gehouden aangezien het concept ontwerpen betreft waardoor veel verschillende factoren kunnen afwijken van de gegeven waarden en er een valse nauwkeurigheid kan ontstaan. Binnen de berekening is steeds uitgegaan van een correctiefactor voor fouling. Door fouling neemt de warmteoverdracht af. Een niet door fouling aangetaste warmtewisselaar heeft daarom een hogere warmteoverdracht. Bij het berekenen is telkens uitgegaan van een gemiddelde warmteoverdracht tussen de maximale warmteoverdracht en de minimale warmteoverdracht. Bij een lagere waarde geldt er een onderhoudsadvies. Het thermische vermogen van een warmtewisselaar dient minimaal 2,1 MW_t te zijn binnen de systeemgrenzen van gemaal Poldervaartpolder. Dit is te verklaren aangezien een van de randvoorwaarden een 100 maal groter thermisch vermogen eist dan het ingaande primaire vermogen voor de aandrijving van het gemaal. In bijlage B is terug te lezen dat het energiegebruik van het gemaal 41103 kWh is. Uitgaande van 2000 draaiuren voor de warmtewisselaar moet de warmtewisselaar dan een thermisch vermogen van 2,1 MW_t kunnen onttrekken aan het oppervlaktewater.

6.2. UITGANGSPUNTEN GEMAAL ESHOFPOLDER

Het gemaal Eshofpolder wordt onderzocht op de inpasbaarheid van een warmtewisselaar die parallel geplaatst wordt met het gemaal. De volgende uitgangspunten zijn opgesteld aan de hand van de reeds bekend waarden van het gemaal.

- Flowrate maximaal 755 m³/h
- ΔT primaire zijde maximaal 3°C
- ΔT secundaire zijde maximaal 3°C
- Dichtheid (oppervlaktewater $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$)
- Fouling Factors (standaard kwaliteit oppervlaktewater)
- Gewenst Thermisch vermogen 1,28 MW_t
- 4000 draaiuren (2000 warmte, 2000 uur koude)

Het debiet van het gemaal is 120 m³/minuut. Bekend is dat het gemaal 839 draaiuren heeft zoals in tabel 2 is terug te lezen. Een randvoorwaarde stelt dat maximaal 50 procent van het oorspronkelijke debiet door de parallelle constructie mag stromen. Omgerekend naar het totaal verpompte volume en rekeninghoudend met 4000 draaiuren van de parallelle constructie komt dit tot het gestelde uitgangspunt voor de maximumwaarde door de warmtewisselaar. Voor de temperatuursverschillen, dichtheid en fouling factors gelden dezelfde uitgangspunten die voor de in-line constructie zijn toegelicht. Het thermisch vermogen is berekend door de energievraag van het gemaal gegeven in bijlage B namelijk 51001 kWh om te rekenen naar het minimaal op te wekken thermische vermogen van de warmtewisselaar rekening houdend met 4000 draaiuren.

6.3. RESULTATEN DOORREKENING

De berekeningen die door KAPP zijn uitgevoerd op basis van de aangeleverde uitgangspunten zijn terug te vinden in bijlage G1. Voor de in-line en parallelle constructie zijn de volgende warmtewisselaars doorberekend die in tabel 3 zijn weergegeven.

Tabel 3, Overzicht combinaties, type warmtewisselaar met soort constructie

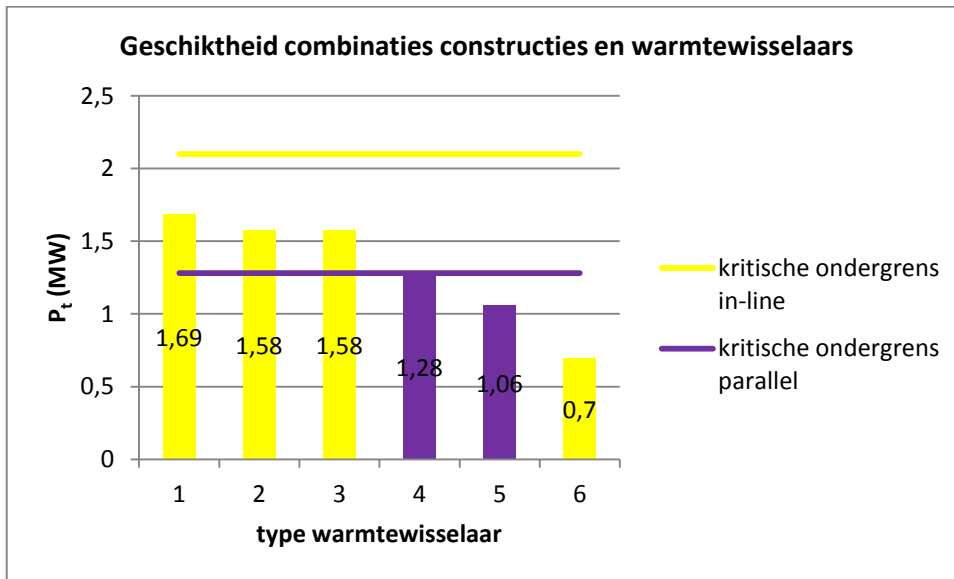
Warmtewisselaars	Type	In-line	Parallel
Plate & Shell heat exchanger, type K 1500 914/18-3-304/316 Hard	1	v	
GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NF350 B-6	2	v	
GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NT350S B-10	3	v	
GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NT250S B-10	4		N
Plate & Shell heat exchanger, type K 168 324/18 - 6 - 304/316 - H	5		N
Hydrea Thermpipe	6	v	

In tabel 4 zijn de energieprestaties van de verschillende combinaties tussen gemaal, constructie en warmtewisselaar berekend. In figuur 1 en 2 zijn de systeemgrenzen van de twee verschillende constructies aangegeven waarin ook de verschillende onderdelen van de C.O.P. zijn weergegeven. Op basis van de aangeleverde gegevens in bijlage G is het benodigde vermogen voor de verschillende pompen berekend met verschillende combinaties. Voor de warmtewisselaars binnen een in-line constructie is geen pomp nodig voor de primaire zijde deze functie wordt immers door het gemaal zelf uitgevoerd. Bij de thermpipe zijn de gegevens aangeleverd waardoor geen vermogen voor de secundaire zijde is berekend. In figuur 33 is een overzicht

gegeven van de berekende thermische vermogens van de zes verschillende combinaties. In deze figuur zijn tevens twee kritische ondergrenzen opgenomen.

Tabel 4, Energieprestaties combinaties gemaal, constructie en type warmtewisselaar, (KAPP,2014)

Type	Gemaal	Constructie	Δp_p [kPa]	$\Phi_{v, \text{primaar}}$ [m ³ /s]	Δp_s [kPa]	$\Phi_{v, \text{secundair}}$ [m ³ /s]	η	P_{eff} [kW]	P_{pomp} [kW]	P_t [MW]	t [h]	E_t [MWh]	COP
1	Poldervaartpolder	in-line			7.00	0.21	0.70	1.48	2.12	1.69	2000	3371	74
2	Poldervaartpolder	in-line			39.51	0.17	0.70	6.60	9.43	1.58	2000	3166	53
3	Poldervaartpolder	in-line			41.89	0.17	0.70	6.99	9.99	1.58	2000	3164	52
4	Eshofpolder	parallel	49.83	0.10	49.86	0.10	0.70	10.16	14.51	1.28	4000	5120	47
5	Eshofpolder	parallel	132.00	0.06	44.00	0.06	0.70	10.05	14.35	1.06	4000	4242	39
6	Poldervaartpolder	in-line					0.70	50.00	71.43	0.70	2000	1400	10



Figuur 33, Geschiktheid combinaties constructie en warmtewisselaars

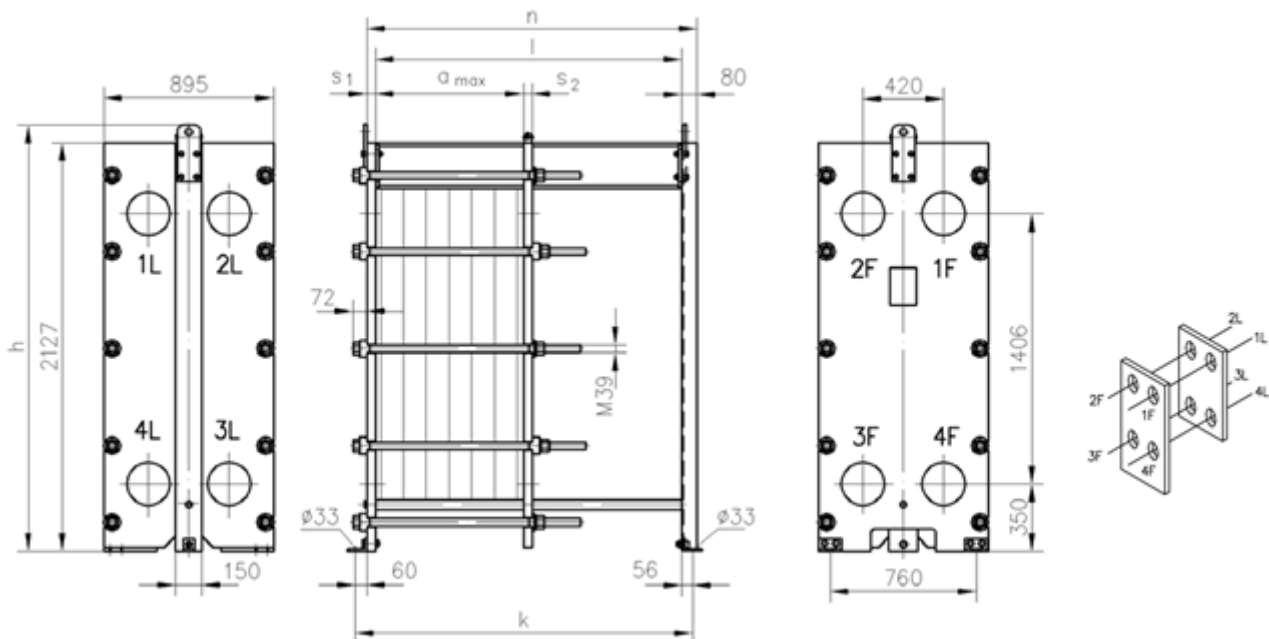
6.4. AFSLUITEND

Op basis van de randvoorwaarde die stelt dat het thermisch vermogen (P_t) 100 maal groter moet zijn dan de oorspronkelijke elektrische energievraag van het gemaal komen de eerste 3 en de laatste 2 combinaties niet in aanmerking om verder onderzocht te worden. Deze combinaties zijn namelijk niet in staat een thermisch vermogen van 2,1 MW te onttrekken aan het oppervlaktewater. Het antwoord op de tweede deelvraag luidt dan ook: Combinatie 4 komt in aanmerking om onderzocht te worden op fysieke inpasbaarheid binnen de systeemgrenzen van gemaal Eshofpolder. Voor deze combinatie is een thermisch vermogen van 1,28 MW_t berekend. Dit is de kritische ondergrens voor een parallelle constructie met 4000 draaiuren. Het hogere aantal draaiuren voor de parallelle constructie zorgt ervoor dat met een lager vermogen toch een grotere energievraag gerealiseerd kan worden.

7. CONCEPT ONTWERP KANSRIJK GEMAAL ESHOFPOLDER

In dit hoofdstuk wordt onderzocht of de vierde combinatie die in het voorgaande hoofdstuk als enige voldeed aan de randvoorwaarde met betrekking tot energieprestatie fysiek inpasbaar is binnen het gemaal. Dit onderzoek geeft antwoord op de derde deelvraag die luidt: *Is een thermische constructie fysiek inpasbaar binnen een gemaal?*

De vierde combinatie is het gemaal Eshofpolder met een parallelle constructie en een platenwarmtewisselaar van GEA Ecoflex, type NT250S B-10. De warmtewisselaar zal in dit geval parallel geschakeld zijn aan de twee opvoerwerktuigen (vijzels) die de primaire functie van het gemaal verzorgen; water opmalen van een laag peilgebied naar een hoger peilgebied. In figuur 34 is een overzicht gegeven van de afmetingen van dit type warmtewisselaar. In bijlage G zijn de afmetingen van onderzochte alle warmtewisselaars terug te vinden.



Figuur 34, GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NT250S B-10 (bron: KAPP, 2014)

7.1. INPASSING BINNEN GEMAAL

In figuur 35 is een boven- en zijaanzicht getekend van een parallelle constructie binnen gemaal Eshofpolder om thermische energie te onttrekken aan oppervlaktewater. De afmetingen van het gemaal Eshofpolder zijn 8 bij 6 bij 4 meter. De hoogte is hier gemeten ten opzichte van het maaiveld. Rondom het gemaal is grond die ook in het eigendom van het hoogheemraadschap is. De grond is afgeschermd van de openbare ruimte door middel van stalen hekken. In figuur 27 en 29 is dit overzichtelijk weergegeven. De ruimte is ruim driemaal zo groot als het gemaal zelf.

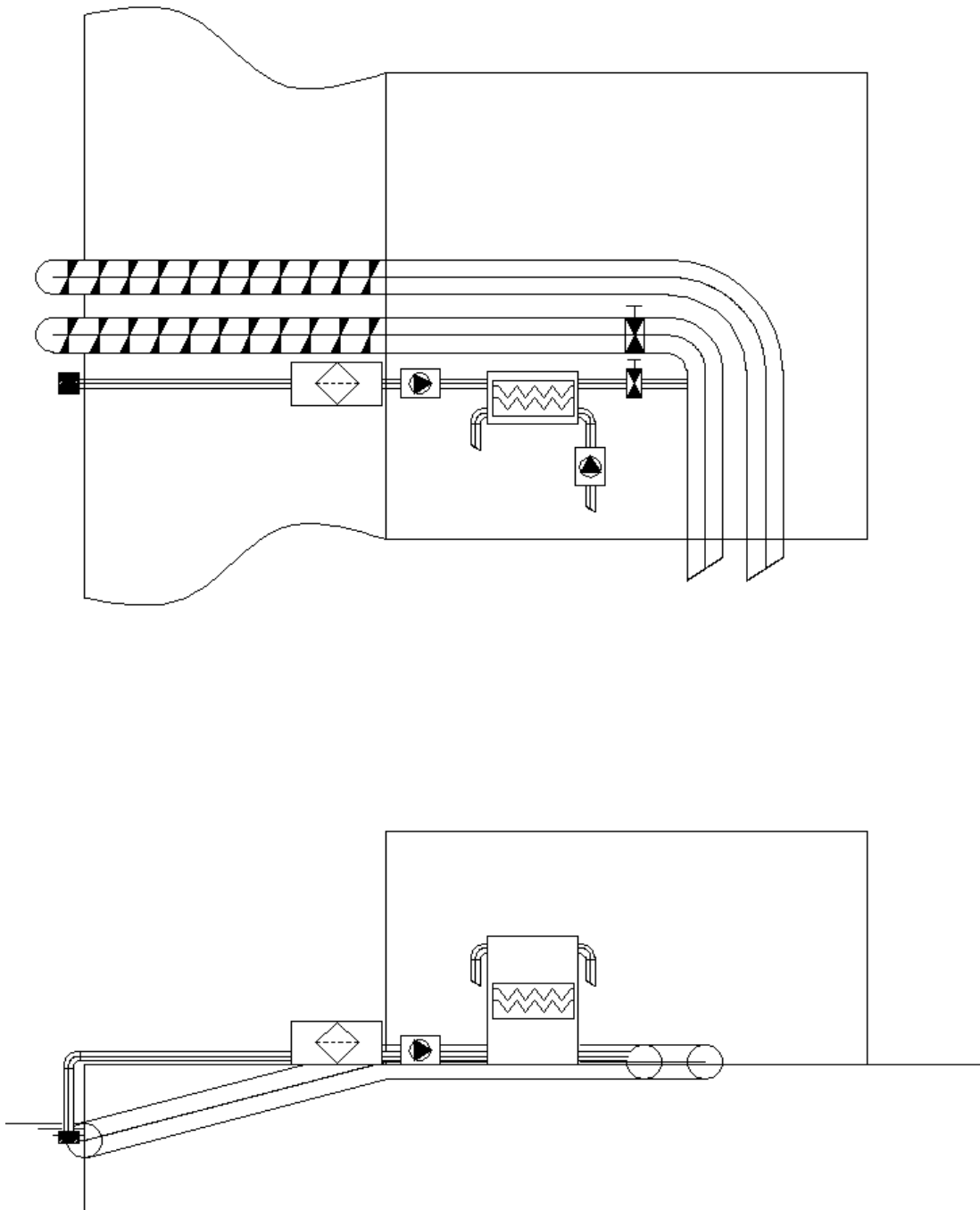
De warmtewisselaar is inpandig geplaatst. In het ontwerp zijn de verhoudingen tussen het gemaal en de warmtewisselaar waarheidsgetrouw weergegeven. De beide pompen zijn minder accuraat verwerkt in het concept ontwerp. In bijlage H is een overzicht gegeven van de twee pompen die op de primaire zijde en secundaire zijde worden aangesloten. Deze pompen komen op basis van onder andere de specificaties debiet, vermogen en druk in aanmerking om ingepast te worden binnen het ontwerp. De verschillende afmetingen van de pompen zijn niet bekend. Wel bekend is de lengte namelijk 2 meter. Hierdoor zijn de pompen slechts iets kleiner dan de warmtewisselaar. De pompen kunnen zowel staand als liggend worden geplaatst waardoor zo efficiënt mogelijk kan worden omgesprongen met de beschikbare ruimte binnen het gemaal.

Hiernaast zijn twee kleppen opgenomen waarmee de twee verschillende functies van elkaar gescheiden kunnen worden indien een van beide constructies niet in bedrijf is. Door de kleppen kan water dat via de warmtewisselaar naar de duiker toestroomt niet via de primaire opvoerwerktuigen terug naar het lagere peilgebied stromen of vice versa.

In bijlage I is een offerte van UVAR voor een groffilter met zelfreinigende werking en een fijnfilter opgenomen. Het groffilter dient om grote onzuiverheden uit het water te filteren tot 2500 micron (2,5 mm) het fijnfilter filterd tot 200 micron (0,2 mm). Afmetingen van deze filters zijn niet bekend. In het ontwerp zijn deze filters buitenpandig geplaatst. Het groffilter bevindt zich bij de inlaat van de parallelle constructie. Dit filter is net onder het peilniveau van de Eshofpolder gepositioneerd. Hierbij is rekening gehouden met de seizoensgebonden fluctuatie van het peil binnen de Eshofpolder. Het fijnfilter is ook buitenpandig aangebracht hiervoor kan een aparte ruimte worden gerealiseerd zodat het filter geen nadelen ondervindt van externe factoren.

7.2. AANVULLINGEN OP ONTWERP

Het ontwerp in figuur 35 houdt uitsluitend rekening met het onttrekken van thermische energie uit oppervlaktewater. Binnen het ontwerp is geen rekening gehouden met de distributie van warmte en/koude naar potentiële afnemers. Directe levering is niet altijd mogelijk gezien de fluctuatie van de temperaturen van het oppervlaktewater en de omgevingstemperaturen. Voor deze periode is daarom een systeem nodig wat rekening houdt met indirecte levering van warmte en/of koude namelijk een WKO systeem. Voor deze uitbreiding van het systeem van de parallelle constructie dient dan ook ruimte gereserveerd te kunnen worden. Door aanwezigheid van beschikbare grond rondom het gemaal wordt het mogelijk geacht dat voldoende ruimte is voor deze uitbreiding. De ruimte rondom het gemaal is toegankelijk voor het afleveren van onderdelen bestemd voor het realiseren van de parallelle constructie en mogelijke uitbreiding van de constructie.



Figuur 35, Boven- en zijaanzicht conceptontwerp gemaal Eshofpolder met parallelle constructie

7.3. AFSLUITEND

In dit hoofdstuk is op concept niveau onderzocht of een parallelle constructie om thermische energie te onttrekken aan oppervlaktewater fysiek inpasbaar is binnen gemaal Eshofpolder. Het onderzoek is gedaan om een antwoord op de vierde deelvraag te kunnen formuleren. *Is een thermische constructie fysiek inpasbaar binnen een gemaal?* Gezien de afmetingen van het gemaal en de grond rondom het gemaal dat bij het gemaal

hoort kan een thermische constructie ingepast worden binnen dit gebied en in ieder geval voor een deel inpandig. In het volgende hoofdstuk wordt onderzocht of een parallelle constructie binnen gemaal Eshofpolder ook financieel haalbaar is.

8. R.O.I. GEMAAL ESHOFPOLDER

In dit hoofdstuk wordt het conceptontwerp voor gemaal Eshofpolder doorgerekend. Met deze berekening moet antwoord worden gegeven op de vierde deelvraag: Is er sprake van een rendabele R.O.I. bij de inpassing van een warmtewisselaar binnen een kansrijk gemaal? Om de R.O.I. te kunnen berekenen moeten verschillende fases worden doorlopen. Tijdens deze verschillende fases worden geïnvesteerd maar worden geen inkomsten gegenereerd. Inkomsten worden pas gegenereerd nadat de thermische constructie is gerealiseerd. Zoals eerder vermeld is de scope binnen dit onderzoek onttrekking van thermische energie binnen een gemaal. Er wordt daarom geen onderzoek gedaan naar de wijze waarop distributie en/of opslag kan plaatsvinden van thermische energie. Vanaf het moment dat de gehele constructie is aangeschaft en geïnstalleerd wordt binnen deze R.O.I. gestart met het leveren van thermische energie in de vorm van warmte en koude. Het is belangrijk om te beseffen dat de R.O.I. nog moet worden aangepast met de uitbreiding van een W.K.O.-installatie met één of meerdere putten en de aanleg van een netwerk dat de warmte en koude kan distribueren. De kosten van een WKO-installatie en warmtenet zijn afhankelijk van de mogelijkheid van de soort potentiële afnemers, de afstand tot deze afnemers en het aantal van deze afnemers.

8.1. WERKVOORBEREIDING

Voordat de constructie geïnstalleerd kan worden is het van belang om te beoordelen of de juiste informatie is gebruikt voor het doorrekenen van de R.O.I. Deze informatie wordt gegeven in een aantal variabelen die de potentie weergeven van thermische energie die mogelijk onttrokken kan worden. Deze variabelen zijn: debiet van het gemaal, beschikbare draaiuren van de thermische constructie, oppervlaktewatertemperaturen en de energievraag van het gemaal zelf. De verschillende variabelen die een rol spelen in de thermische potentie van het gemaal zijn aangeleverd in verschillende inventarisaties door het hoogheemraadschap.

Wanneer na monitoren van het gemaal bekend is of de verschillende aangegeven waarden van het gemaal correct zijn kan met zekerheid berekend worden welke energie uit het opgemalen oppervlaktewater kan worden onttrokken. Hierbij moet uiteraard wel rekening worden gehouden met jaarlijkse weerspatronen die een gunstige maar ook ongunstige invloed kunnen uitoefenen op de mogelijk te onttrekken thermische energie. Hiernaast wordt de hoeveelheid thermische energie ook beïnvloed door de mogelijke afnemers. Deze vorm van energie kan immers niet worden omgezet naar de elektriciteit voor de energievraag van het gemaal zelf aangezien de beschikbare temperaturen hier niet afdoende voor zijn. (IEA, 2012) Dit betekent dat zonder afnemer het gemaal wel energieneutraal kan draaien, maar dit niet rendabel is. Immers als geen energie wordt

afgenomen worden ook geen inkomsten gegenereerd. De verbinding met een eventueel opslagpunt, een W.K.O.-installatie is een cruciaal punt. Omdat niet bekend is welke afnemers mogelijk interesse hebben in afname van thermische energie en daarom deze vraag niet gekwantificeerd kan worden kan geen beeld worden gevormd van de kosten voor transport en opslag. Hiernaast moet rekening gehouden worden dat een W.K.O.-installatie niet op elke locatie even geschikt behoeft te zijn door de eigenschappen van de aquifer waarin thermische energie wordt opgeslagen en onttrokken.

8.2. UITGAVEN

De kosten voor de initiële investering zijn in tabel 5 verwerkt. Onder de initiële investering wordt verstaan de kosten voor de aanschaf van de verschillende onderdelen en de installatie van deze onderdelen om een thermische constructie binnen gemaal Eshofpolder te realiseren. In deze tabel zijn niet de onderhoudskosten opgenomen. De onderhoudskosten en de kosten voor de energievraag van het gemaal en de thermische constructie zijn in tabel 6 opgenomen. Deze kosten maken namelijk geen deel uit van de initiële investeringskosten maar behoren tot de standaard jaarlijkse uitgaven.

Tabel 5, Kostenraming initiële investering (aanschaf en installatie) parallelle constructie voor thermische onttrekking binnen gemaal Eshofpolder

Initiële Investering				
materialen	aantal	levensduur (jaar)	kosten (€)	installatie (€)
Filter grof	1	5	6350	635
Filter fijn	1	5	50750	5075
Klep	2	10	1000	100
Leidingwerk	n.v.t.	20	1000	100
Pomp	2	10	18000	1800
Warmtewisselaar	1	10	15000	1500
Sub-totaal			92100	9210
Totaal				101310

Om de kosten te berekenen voor de aanschaf, installatie, onderhoud en energiegebruik te berekenen is een aantal aannames geformuleerd:

- De kosten voor installatie van de verschillende onderdelen is 10 procent van de aanschafprijs
- De kosten voor onderhoud van de verschillende onderdelen is geschat op 5 procent van de aanschafprijs.
- De levensduur van de verschillende onderdelen zijn afhankelijk van de bedrijfssituatie en frequentie van onderhoud. Door wisselende omstandigheden van het oppervlaktewater kan de levensduur variëren.

Tabel 6, Jaarlijkse uitgaven: energiekosten en onderhoud

Jaarlijkse uitgaven			
energie	E (kWh)	€/kWh	€
energie gemaal	51001	0.27	13770
energie pompen	360000	0.27	97200
onderhoud			4605
Totaal			115575

8.3. INKOMSTEN

Nadat de thermische constructie is gerealiseerd kunnen inkomsten gegenereerd worden. Aangenomen wordt dat in het eerste jaar geen inkomsten verkregen worden. In dit eerste jaar zal werkvoorbereiding plaatsvinden, de aanschaf van onderdelen, installatie van de thermische constructie en het testen van constructie en afzonderlijke onderdelen. De inkomsten van de thermische constructie zijn afhankelijk van de prijs die gerekend wordt voor de geleverde warmte en/of koude. Aan deze prijs zit een maximum, dit maximum wordt bepaald door het “niet meer dan anders principe”. Dit principe is vastgelegd in de Warmtewet. De prijs die voor warmte berekend kan worden is gebaseerd op de prijs van gas. (Autoriteit Consument & Markt, 2014) Om de inkomsten te berekenen die de thermische constructie aan oppervlaktewater onttrekt wordt niet gerekend met de maximumprijs. Voor zowel warmte als koude is gerekend met een tarief van € 18,80/GJ. Dit is de prijs waarmee word gerekend door IF Technology. De maximale prijs voor een GJ warmte in 2014 is € 24,03 (Nuon, 2014) Door te kiezen voor een meer gematigdere prijs kunnen eventuele dalingen van de gasprijs worden opgevangen zonder een directe negatieve feedback op de geheven prijs en dus inkomsten.

Tabel 7, Jaarlijkse inkomsten uit geproduceerde thermische energie

Inkomsten energie			
energie	E (MWh)	€/GJ	€
koude	2560	18.80	173261
Warmte	2560	18.80	173261
Totaal			346522

In tabel 4 van hoofdstuk 6 is berekend dat de hoeveelheid thermische energie die onttrokken kan worden aan het oppervlaktewater 5120 MWh is. Voor zowel warmte als koude zijn 2000 uur beschikbaar. In figuur 36 is de methode weergegeven hoe MWh naar GJ wordt omgerekend.

Omrekenen MWh naar GJ

MWh . 3600 /1000 = GJ

Figuur 36, Omrekenen MWh naar GJ

8.4. R.O.I.

Nu zowel de uitgaven als de inkomsten berekend zijn kan een R.O.I. worden opgesteld over de parallelle constructie binnen gemaal Eshofpolder. Hiernaast kan ook de terugverdientijd worden berekend. Er is een verschil tussen de terugverdientijd en de R.O.I. De terugverdientijd wordt namelijk berekend door alleen rekening te houden met de investering en de inkomsten. In figuur 37 is de methode weergegeven om het percentage van de R.O.I. te berekenen.

$$ROI = \frac{\text{Opbrengsten investering} - \text{Kosten investering}}{\text{Kosten investering}}$$

Figuur 37, Methode om de R.O.I. te berekenen, (bron: Science progress, 2014)

De berekende R.O.I. is terug te lezen in tabel 8. In de R.O.I. is uitgegaan van 100 procent aflevering van zowel warmte als koude. In het geval minder van één of beide wordt afgenomen heeft dit een negatief effect op de R.O.I. In het eerste, vijfde en tiende jaar zijn de uitgaven hoger dan de andere jaren.

Voor het eerste jaar worden de hoge uitgaven veroorzaakt door de initiële investering (het aanschaffen en installeren van de gehele thermische constructie). De hogere uitgaven in het vijfde jaar worden veroorzaakt door de aanname dat zowel het grof- als fijnfilter vervangen dienen te worden. De levensduur voor deze twee onderdelen is namelijk op 5 jaar gezet zoals is terug te lezen in tabel 5. De uitgaven in het tiende jaar zijn hoger omdat net zoals na 5 jaar het filter vervangen dient te worden. Andere onderdelen die vervangen worden zijn de 2 kleppen, de 2 pompen en de warmtewisselaar. Het leidingwerk wordt gedurende deze 10 jaar niet vervangen.

Tabel 8, R.O.I. parallelle constructie binnen gemaal Eshofpolder

jaar	Uitgaven (€)	Inkomsten (€)	R.O.I. (%)
1	216885	0	-100
2	115575	346522	200
3	115575	346522	200
4	115575	346522	200
5	178385	346522	94
6	115575	346522	200
7	115575	346522	200
8	115575	346522	200
9	115575	346522	200
10	235585	346522	47
gemiddeld rendement			144
winst			1678818

8.5. AFSLUITEND

In dit hoofdstuk is onderzocht of er sprake is van een rendabele R.O.I. bij inpassing van een warmtewisselaar binnen een kansrijk gemaal. Het antwoord op de vierde deelvraag is positief. De R.O.I. is zeer gunstig. Voor het daadwerkelijk leveren van warmte en/of koude aan de omgeving moet het systeem nog wel

uitgebreid worden met een warmtenet en WKO-installatie. Het gemiddelde rendement over tien jaar is berekend op 144 procent. De terugverdientijd van de thermische constructie is 2 jaar. De inkomsten van het tweede jaar zijn voldoende om de uitgaven van het eerste jaar en tweede jaar te compenseren. De winst over tien jaar is berekend op € 1.678.818,- afgerond ruim €1.500.000,-. Het investeren in gemaal Eshofpolder om een thermische constructie aan te leggen voor het leveren van warmte en koude aan de omgeving wordt daarom beoordeelt als een bewuste en verantwoorde investering.

9. CONCLUSIE EN DISCUSSIE

In dit afsluitende hoofdstuk worden de conclusie en discussie behandeld. In de conclusie zal antwoord worden gegeven op de onderzoeksvraag door het vermelden van de belangrijkste resultaten. De conclusie bespreekt de validiteit, beperkingen en aanbevelingen die uit het gedane onderzoek naar voren zijn gekomen.

9.1. CONCLUSIE

Dit rapport is een weergave van het onderzoek naar de wijze waarop kansrijke gemalen rendabel energieneutraal kunnen functioneren door het onttrekken van thermische energie aan oppervlaktewater. Binnen het hoogheemraadschap van Delfland zijn 33 gemalen geselecteerd als kansrijk. Deze geselecteerde gemalen zijn kansrijk omdat zij voldoen aan een aantal eigenschappen. Deze gemalen zijn elektrisch aangedreven en hebben een maximaal debiet van 30 m³/minuut of groter. Deze gemalen hebben een permanente opstelling binnen of direct grenzend aan de gebouwde omgeving of een gebied met een soortgelijke warmte/koudevraag. De maximale afstand is 200 meter tot de dichtstbijzijnde potentiële afnemer.

Voor het onttrekken van warmte en koude uit oppervlaktewater in synergie met de primaire functie van een gemaal waterbeheer zijn twee opstellingen mogelijk een in-line of een parallelle constructie. De geschiktheid voor een type constructie wordt bepaald door de hoeveelheid verpompt water per jaar, het debiet, aantal draaiuren van het gemaal binnen de geschikte perioden en de afstand tussen 2 peilgebieden waartussen het gemaal het hoogteverschil overbrugt.

Een in-line constructie is afhankelijk van een hoog aantal draaiuren van het gemaal en kan alleen thermische energie onttrekken wanneer het gemaal water op- of inmaalt. Deze constructie is daarom minder flexibel in warmte of koude levering. Een parallelle constructie is het meest kansrijk in combinatie met een platenwarmtewisselaar. Deze constructie is alleen gebonden aan het volume dat een gemaal verpompt maar niet aan het moment waarop het gemaal draaiuren maakt. Hierdoor kan het aantal draaiuren van de thermische constructie significant hoger zijn door het verlagen van het debiet. De thermische energie die geproduceerd kan worden met een parallelle constructie binnen gemaal Eshofpolder is 100 maal groter dan de oorspronkelijke elektrische energievraag van het gemaal. Uit de R.O.I. blijkt dat over tien jaar het gemiddelde percentage 144 procent is en de terugverdientijd slechts 2 jaar. Er kan daarom gesteld worden dat het investeren in gemalen om thermische energie te onttrekken en hiermee gemalen energieneutraal en zelfs energieleverend te maken een bewuste en verantwoorde keuze is.

9.2. DISCUSSIE

De uitkomsten van dit rapport worden bepaald door verschillende aangeleverde gegevens. De interne validiteit wordt bepaald door de juistheid van de twee aangeleverde gegevens van het hoogheemraadschap. De eerste inventarisatie in bijlage A geeft informatie over de verschillende eigenschappen zoals debiet en opvoerhoogte van gemalen, de tweede inventarisatie in bijlage B geeft informatie over het energiegebruik van een deel van de gemalen geleverd in de eerste inventarisatie. Op basis van deze eigenschappen is een selectie gemaakt welke gemalen als kansrijk bestempeld worden voor het realiseren van een thermische constructie in-line of parallel aan een gemaal. Het is daarom van groot belang dat de waardes van de verschillende eigenschappen juist zijn. Indien dit niet het geval is betekent dit dat de gemaakte selectie op basis van de gestelde randvoorwaarden niet juist is.

De externe validiteit wordt bepaald door de mate waarin binnen andere hoogheemraadschappen en waterschappen sprake is van dezelfde eigenschappen van gemalen. Het is denkbaar dat de temperaturen van het oppervlaktewater enigszins verschillen waardoor het seizoen om warmte en koude te onttrekken niet exact dezelfde periodes per jaar betreffen. De berekeningen van de warmtewisselaars moeten dan ook aangepast worden aan de uitgangspunten binnen een ander hoogheemraadschap of waterschap indien deze van elkaar verschillen. De kansrijkheid van gemalen in een ander waterschap kan ook verschillen door de omgeving, vooral in waterschappen met een hoge verstedelijking zijn naar verwachting meer kansrijke gemalen die rendabel thermische energie kunnen onttrekken aan oppervlaktewater.

Het onderzoek dat is verricht heeft ook enkele beperkingen. De selectie van kansrijke gemalen is ondermeer verkleind door onvolledigheid van de twee aangeleverde inventarisaties. Van sommige gemalen was bijvoorbeeld geen debiet of energiegebruik bekend. Hierdoor zijn deze gemalen niet als kansrijk geselecteerd hoewel zij dat misschien wel zijn. Uit de doorberekening van gemaal Eshofpolder is gebleken dat de terugverdientijd van een dergelijke investering dermate kort is namelijk 2 jaar en het percentage van de R.O.I. 144 procent dat sommige randvoorwaarden wellicht aangepast kunnen worden. De randvoorwaarde die eist dat de hoeveelheid thermische energie minimaal 100 maal zo groot moet zijn als de oorspronkelijke elektrische energievraag van het gemaal vormt daardoor een grote beperking ten aanzien van de mogelijke slimme combinaties tussen gemalen, constructies en warmtewisselaars. Een andere beperking van het onderzoek is dat geen rekening wordt gehouden met seizoensopslag in een W.K.O.-installatie en een warmtenet. Deze 2 onderdelen benodigd om warmte en koude tijdelijk op te slaan en te distribueren naar afnemers zijn kostbaar. Een laatste beperking is dat alleen wordt berekend hoeveel thermische energie aan water onttrokken kan worden, er wordt geen rekening gehouden met de hoeveelheid thermische energie die potentiële afnemers binnen een gebied rondom het gemaal nodig hebben.

Uit de resultaten van het onderzoek komen ook enkele aanbevelingen voort voor mogelijk vervolg onderzoek. Een eerste aanbeveling voor mogelijk vervolg onderzoek is om te onderzoeken of de gestelde randvoorwaarden met betrekking tot het debiet in verband met de fysieke inpassing binnen een gemaal verlaagd kan worden. Mogelijk zijn gemalen met een debiet kleiner dan $30 \text{ m}^3/\text{minuut}$ gepositioneerd in bebouwde gebieden met een mogelijk groot aantal draaiuren. De hoeveelheid thermische energie die onttrokken kan worden aan gemaal Eshofpolder is namelijk zo groot dat wellicht ook met kleinere debieten goede resultaten behaald kunnen worden.

Een tweede aanbeveling is om onderzoek te doen naar gemalen die als kansrijk worden beoordeeld maar een beperkt aantal draaiuren hebben. Wellicht is het mogelijk het aantal draaiuren te vergroten door het opgemalen water van een gemaal in de omgeving onder natuurlijk verval weer terug te doen stromen naar het lagere peilgebied waar het gemaal is gepositioneerd. Hierdoor neemt de elektrische vraag van het gemaal toe maar neemt ook de hoeveelheid potentiële thermische energie die aan water onttrokken kan worden toe.

Een derde aanbeveling is om te onderzoeken of de thermische energie die onttrokken wordt aan oppervlaktewater binnen een gemaal eventueel kan worden aangesloten op een al bestaand warmtenet. Binnen de directe omgeving van gemaal Eshofpolder bevindt zich een warmtenet. De investeringskosten voor het aanleggen van een warmtenet en een W.K.O.-installatie worden hierdoor grotendeels weggenomen.

Een vierde en laatste aanbeveling is om te onderzoeken of het mogelijk is om nieuwe gemalen turn-key op te leveren. Hiermee wordt bedoeld dat een thermische constructie tijdens de bouw van een nieuw gemaal, of de vervanging van een bestaand gemaal direct wordt geïntegreerd binnen de systeemgrenzen. Vooral op locaties waar nieuwe gemalen gepland zijn kan het interessant zijn om dit te onderzoeken. Omgekeerd kan ook indien binnen een gebied een gemaal moet worden vervangen dit eventueel verplaatst worden naar een gebied met veel potentiële afnemers.

BEGRIPPENLIJST

Boezem	Systeem van secundaire waterwegen welke water aan- en afvoert naar individuele polders binnen een waterschap.
Boezemgemaal	Gemaal die water vanuit de boezem naar primaire waterlopen buiten het beheersgebied opmaalt. Inlaatgemalen worden soms ook aangeduid als een boezemgemaal.
Doorvoergemaal	Gemaal dat zorgdraagt voor voldoende doorstroming door een gebied om de kwaliteit van het oppervlaktewater te verzorgen. Deze gemalen worden ook aangeduid als circulatiegemaal.
Duiker	Waterdoorgang onder wegen of dijken. Wordt ook wel zinker of heul genoemd.
Drukval	Door weerstand verlaagt de druk, verschillende factoren zijn hiervoor verantwoordelijk lengte van de leiding, diameter, materiaal en medium.
E_t	Energie in joule. De t geeft aan dat het gaat om thermische energie
Hernieuwbare energie	De definitie van hernieuwbare energie volgt uit artikel 1 van de Europese richtlijn Energie uit Hernieuwbare Energiebronnen: a) “energie uit hernieuwbare energiebronnen”: energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen, namelijk: wind, zon, aerothermische, geothermische, hydrothermische energie en energie uit de oceanen, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties en biogassen; b) “aerothermische energie”: energie die in de vorm van warmte is opgeslagen in de omgevingslucht; c) “geothermische energie”: energie die in de vorm van warmte onder het vaste aardoppervlak is opgeslagen; d) “biomassa”: de biologische afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen van biologische oorsprong uit de landbouw, de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken met inbegrip van visserij, alsmede biologisch afbreekbare fractie van industrieel/huishoudelijk afval.
Inlaatgemaal	Gemaal dat water inlaat om te handhaven dat de kwantiteit en kwaliteit gehandhaafd blijft. Deze gemalen worden soms ook aangeduid als een boezemgemaal.
Inmalen	Water dat vanuit de boezem naar een hoger gelegen polder wordt gepompt.
kWh	kilowattuur, niet S.I.-eenheid om energie uit te drukken.
Langjarig gemiddelde	Gemiddelde over meerdere jaren.
NAP	Normaal Amsterdams Peil
MWh	Mega Watt uur
Opmalen	Water dat door een gemaal van een lager peil naar een hoger peil wordt gepompt.
P_t	Vermogen uitgedrukt in Watt, de t geeft aan dat het hier gaat om thermisch vermogen.
Peilbesluit	Besluit genomen door een waterschap waarin een peil voor een bepaald peilgebied wordt vastgelegd ten aanzien van het N.A.P.

Peilgebied	Gebied waar een peilbesluit voor geldt.
Persleiding	Leiding een medium doorheen wordt gepompt.
Plaatwarmtewisselaar	Warmtewisselaar die gebruikt maakt van het tegenstroomprincipe.
Poldergemaal	Gemaal wat water van een polder naar een boezem opmaalt (waarin de boezem een hoger peil heeft dan de polder) of wat water vanuit de boezem naar de polder inmaalt naar de polder (waarin de polder een hoger peil heeft dan de boezem).
Primaire zijde	Zijde van de warmtewisselaar waar het oppervlaktewater door de warmtewisselaar stroomt/ wordt gepompt.
Secundaire zijde	Zijde van de warmtewisselaar waar het grondwater van W.K.O. door de warmtewisselaar stroomt/ wordt gepompt.
Thermopipe	rioolbuis met warmtewisselaar geïntegreerd ontworpen door Frank toegepast door Heijmans komt uit de riothermie.
TJ	terra joule, het aantal joule * 10^{12}
Trias Energetica	De Trias Energetica is het basis principe ontwikkeld door de TU Delft om tot verduurzaming te komen. Samen met de definitie van duurzaamheid is dit de basis om tot duurzame ontwikkeling te komen. De Trias Energetica zijn drie stappen die opeenvolgend uitgevoerd moeten worden: 3 Gebruik zo min mogelijk energie 4 Gebruik hernieuwbare energie, zoals zonne-energie of windenergie 5 Gebruik energie van bronnen die op kunnen raken (aardgas, kolen) zo slim mogelijk
T.S.A.	Tegenstroomapparaat, warmtewisselaar die door middel van het tegenstroomprincipe een hoog rendement warmte overdraagt tussen twee mediums.
Utiliteitsbouw	Deel van de gebouwde omgeving met een andere functie dan bewoning.
Warmteatlas	Een website van Agentschap NL waarop de potentie voor hernieuwbare energie uit (rest)warmte stromen kan worden gevonden.
W.K.O. –installatie	Installatie waarbij door middel van pompen warmte en koude in 1 of meerdere putten kan worden opgeslagen in een ondergrondse waterhoudende laag aangeduid als een aquifer

- Agentschap NL* . (2011). Retrieved 4 2, 2014, from <http://www.rvo.nl/?gclid=CIL-qsDS7b4CFbDjtAodik0A4A>
- Alfa Laval* . (2014). Retrieved 6 3, 2014, from <http://www.alfalaval.com/products-and-solutions/plate-heat-exchangers/Pages/plate-heat-exchangers.aspx>,
- Alfa Laval*. (2014). Retrieved 5 7, 2014, from <http://www.alfalaval.com/showroom/nl-nl/hoe-werkt-het/>
- Autoriteit Consument & Markt* . (2014). Retrieved 6 5, 2014, from <https://www.acm.nl/nl/onderwerpen/loket/afnemers-van-energie/warmte/veel-gestelde-vragen-over-het-niet-meer-dan-anders-principe/>
- Bekkers. (2014). Waterschappen 'spetters op een gloeiende plaats' . *binnenlandsbestuur waterschappen* .
- Bessembinder, B. W. (2011). *Inventarisatie urban heat island in Nederlandse steden met automatische waarnemingen door weeramateurs* . De Bilt : Koninklijk Meteorologisch Instituut, Ministerie van Infrastructuur en Milieu .
- Boderie. (2012). Thermische energie uit oppervlaktewater, meren als warmtewisselaars en sloten als zonnecollector . Deltares.
- Boekhorst, & Nijssen. (2000). *criteria bij de selectie van pijpenwarmtewisselaars of platenwarmtewisselaars*. 31 Cost Engineers.
- Buma, & Griffioen. (2000). *Zuiveren en gemalen: Een logische combinatie? Rapport III: Ruimtebeslag en ruimtelijke inpassing van het zuiveringssysteem*. Deltares .
- Centraal Bureau voor de Statistiek*. (2012). Retrieved 5 11, 2014, from <http://www.cbs.nl/hernieuwbare-energie-in-Nederland-2012>
- CQ team . (2011). *Energievisie hoogheermraadschap van Delfland* . HVC.
- Delfland, h. v. (2014). Retrieved 5 6, 2014, from <http://www.hhdelfland.nl>
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden . (2013). *Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, kansen in de markt*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu .
- Deltares . (2008). *Water als bron van duurzame energie, inspiratieatlas van mogelijkheden*. Deltares.
- Eekels*. (2014). Retrieved 6 5, 2014, from <http://www.eekels.eu/nl/activiteiten/technische-tools>
- Europa decentraal*. (2013). Retrieved 4 23, 2014, from Europa decentraal rijksoverheid klimaatakkoord : <http://wploadsw.europadecentraal.nl/wp-content/uploads/2013/01/Rijksoverheid-UUV-Klimaatakkoord-2010-2020-2009.pdf>
- Frijns, Mulder, & Roorda. (2010). *Masterplan water en energie* . Nieuwegein: STOWA.
- Geld en ondernemen* . (2014). Retrieved 5 7, 2014, from <http://www.geldenondernemen.nl/return-on-investment-roi.html>
- hoogheermraadschap van Delfland* . (n.d.). Retrieved 5 1, 2014, from 2014: <http://www.hhdelfland.nl/doet-delfland/voldoende-water/neerslagprotocol>
- Hydrea Thermpipe* . (2014). Retrieved 6 5, 2014, from http://heijmans.nl/hydrea_thermpipe

Hydrea Thermpipe. (2014). Retrieved 5 5, 2014, from Hydrea thermpipe, energie uit het riool : <http://www.hydreathermpipe.com>

IEA. (2012). *International Energy Agreement Cooperation Geothermal Research & Technology, Annual Report*. IEA.

Jaritech . (2014). Retrieved 4 23, 2014, from Jaritech gemalen : <http://www.jaritech.nl/gemalen>

KNMI. (2012). Retrieved 4 1, 2014, from KNMI jaaroverzicht neerslag en verdamping in Nederland: http://www.knmi.nl/klimatologie/monv/pdf/monv_201213.pdf

KNMI. (2013). Retrieved 4 23, 2014, from KNMI Jaaroverzicht neerslag en verdamping in Nederland 2013: http://www.knmi.nl/klimatologie/monv/pdf/monv_201212.pdf

Ministerie van Infrastructuur en Milieu . (2014). *Energiezuinige bedrijven terreinen*. Retrieved 4 23, 2014, from Energiezuinige bedrijven terreinen : <http://www.energiezuinigebedrijventerreinen.nl/index.aspx>

Ministerie van Infrastructuur en Milieu; Ministerie van Economische Zaken . (2014). *deltacommissaris* . Retrieved 5 9, 2014, from deltacommissaris delta programma 2014, werk aan de delta, kansrijke oplossingen voor opgaven en ambities: http://www.deltacommissaris.nl/Images/Deltaprogramma%202014_Nederlands_tcm309-344230.pdf

Munson, Young, Okiishi, & Wiley. (2010). *Fundamentals of fluid mechanics* .

NMSEA. (2014). Retrieved 6 5, 2014, from NMSEA Curriculum Primer How is electrical energy measured: http://www.nmsea.org/Curriculum/Primer/How_is_electrical_energy_measured.htm

NUON. (2014). Retrieved 6 5 , 2014, from NUON energie stadverwarming alle tarieven: <http://www.nuon/energie/stadsverwarming/alle-tarieven.jsp>

PBL. (2013). Retrieved 4 23, 2014, from planbureau voor de leefomgeving 2013, hoe beschermen we ons land tegen het water? : <http://www.pbl.nl/nieuws/nieuwsberichten/2013/hoe-beschermen-we-ons-land-tegen-het-water>

Roos, & Manussen. (2011). *Verkenning bestaande bouw aansluiten op stadsverwarming*. Builddesk Benelux B.V.

Schepers, & Valkegoed. (2009). *Warmtenetten in Nederland, overzicht grootschalige en kleinschalige warmtenetten in Nederland* . Delft : Energiekamer .

Science progress. (2014). Retrieved 6 7, 2014, from Science progress return on investment : <http://www.scienceprogress.nl/return-on-investment>

SER. (2013). *SER*. Retrieved 3 25, 2014, from SER energieakkoord 2013 voor duurzame groei: http://www.ser.nl/media/files/internet/publicaties/overige/2010_2019/2013/energieakkoord-duurzame-groei.aspx

SMART polder . (2014). Retrieved 6 6, 2015, from <http://www.smartpolder.nl>

Smeding. (2001). *joost de vree* . Retrieved 3 4, 2014, from joost de vree warmtewisselaars : <http://www.joostdevree.nl/shtmls/warmtewisselaar.shtml>

FIGURENLIJST

Figuur 1, Principeschema in-line systeem

Figuur 2, Principeschema parallel systeem

Figuur 3, Beheersgebied hoogheemraadschap van Delfland 80 (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 4, Formules berekenen hydraulisch vermogen, (bron: KAPP, 2014)

Figuur 5, Formule berekenen vermogen gecombineerd rendement aandrijfwerktuig en opvoerwerktuig gemaal, (bron: Eekels, 2014)

Figuur 6, Formule berekenen draaiuren met behulp van vermogen en energievraag, (bron: NMSEA, 2014)

Figuur 7, Warmteoverdracht warmtewisselaar (bron: Smeding, 2001)

Figuur 8, Selectiecriteria warmtewisselaar, (bron: Smeding, 2001)

Figuur 9, Overzicht formules berekenen drukval, (bron: Munson B, Young,, Okiishi & Wiley, 2010)

Figuur 10, Platenwarmtewisselaar, (bron: HVAC Nederland, 2014)

Figuur 11, Shell and tubewisselaar, (bron: APK Therma, 2014)

Figuur 12, Hydrea Thermpipe, (bron: Hydrea Thermpipe, 2014)

Figuur 13, Beoordelingkader warmtelozingen en koudelozingen in Nederland, (bron: Boderie P, 2012)

Figuur 14, Type aandrijfwerktuig gemalen hoogheemraadschap van Delfland, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 15, Debiet gemalen groter dan 30 m³/minuut en elektrisch aangedreven, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 16, Gemalen die een correcte status hebben en daarnaast elektrisch aangedreven zijn en voldoen aan de minimumwaarde van 30 m³/minuut, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 17, Gemalen die binnen een omgeving staan met potentiële afnemers en hiernaast voldoen aan een correcte status, minimum waarde voor debiet en elektrisch aangedreven zijn, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 18, Overzicht locaties kansrijke gemalen volgens randvoorwaarden, (bron: GoogleEarth, 2014)

Figuur 19, Gemaal en persleiding Poldervaartpolder, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 20, Energievraag omgeving gemaal Poldervaartpolder, (bron: Warmteatlas, 2014)

Figuur 21, Vooraanzicht gemaal Poldervaartpolder

Figuur 22, Zijaanzicht gemaal Poldervaartpolder

Figuur 23, Uitlaat gemaal Poldervaartpolder

Figuur 24, Kruising Neherstraat met 's Gravenlandseweg, Schiedam

Figuur 25, Overzicht draaiuren gemaal Poldervaartpolder per maand in verhouding tot de langjarige gemiddelde temperatuur van oppervlaktewater in het hoogheemraadschap van Delfland, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 26, Energievraag omgeving gemaal Eshofpolder, (bron: Warmteatlas, 2014)

Figuur 27, Inlaat gemaal Eshofpolder

Figuur 28, Inlaat gemaal Eshofpolder

Figuur 29, Gemaal Eshofpolder

Figuur 30, Omgeving gemaal Eshofpolder

Figuur 31, Overzicht draaiuren gemaal Eshofpolder per maand in verhouding tot de langjarige gemiddelde temperatuur van oppervlaktewater in het hoogheemraadschap van Delfland, (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Figuur 32, Beschikbaar aantal draaiuren parallelle constructie gemaal Eshofpolder

Figuur 33, Geschiktheid combinaties constructie en warmtewisselaars

Figuur 34, GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NT250S B-10 (bron: KAPP, 2014)

Figuur 35, Boven- en zijaanzicht conceptontwerp gemaal Eshofpolder met parallelle constructie

Figuur 36, Omrekenen MWh naar GJ

Figuur 37, Methode om de R.O.I. te berekenen, (bron: Science progress, 2014)

TABELLENLIJST

Tabel 1, Draaiuren gemaal Poldervaartpolder in verhouding tot de gemiddelde langjarige temperatuur van het oppervlaktewater binnen het hoogheemraadschap van Delfland (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Tabel 2, Draaiuren gemaal Eshofpolder in verhouding tot de gemiddelde langjarige temperatuur van het oppervlaktewater binnen het hoogheemraadschap van Delfland (bron: hoogheemraadschap van Delfland, 2014)

Tabel 3, Overzicht type warmtewisselaar in combinatie met soort constructie

Tabel 4, Energieprestaties combinaties gemaal, constructie en type warmtewisselaar, (bron: KAPP,2014)

Tabel 5, Kostenraming initiele investering (aanschaf en installatie) parallelle constructie voor thermische onttrekking binnen gemaal Eshofpolder

Tabel 6, Jaarlijkse uitgaven: energiekosten en onderhoud

Tabel 7, Jaarlijkse inkomsten energie

Tabel 8, R.O.I. parallelle constructie binnen gemaal Eshofpolder

SYMBOLENLIJST

Symbool	Betekenis
	Pomp
	Warmtewisselaar
	Gemaal
	Stroomrichting
	Grof Filter
	Vijzel
	Klep
	Fijn Filter

BIJLAGE A1: INVENTARISATIE GEMALEN HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DELFLAND

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	IWS_GPGVAS	PEILEN	X	Y
99	2	1	10,800	Zuiderweg 3, 2289BS, Rijswijk	0,00	zp -1,90 / wp -2,10	83616	449641
98	2	2	7,020	t.h.v. "Spookmolenbrug", 2625EB, Delft	-3,10	-3,10	82036	445235
98	2	1	0,000	t.h.v. Woudseweg 25, 2636AV, Midden-Delfland	-3,05	-3,05	79724	444977
98	99	1	0,000	t.h.v. Woudseweg 29, 2636AV, Midden-Delfland	-3,05	-3,05	79720	445139
98	3	1	0,000	thv KlaasEngelbrechtseweg 1, 2636DM, Midden-Delfland	-3,05	-3,05	81328	444989
98	2	2	34,980	t.h.v. Rijkstraatweg 23, 2636AX, Midden-Delfland	-3,05	-3,05	81681	444620
99	2	1	0,000	Klaas Engelbrechtseweg 1, 2636DM, Midden-Delfland	-2,76	-2,76	81491	445120
98	2	1	0,000	Rijkstraatweg 18a, 2636AX, Midden-Delfland	-2,76	-2,76	81662	444807
98	99	1	0,000	thv KlaasEngelbrechtseweg16, 2636DM, Midden-Delfland	-2,76	-2,76	81526	444967
98	3	1	0,000	t.h.v. Rijkstraatweg 18a, 2636AX, Midden-Delfland	-2,76	-2,76	81000	444759
98	99	1	0,000	t.h.v. Oostgaag 29, 3155CD, Midden-Delfland	-2,60	-2,60	79052	441345
98	3	1	0,000	t.o. Scheeweg 31, 3155RP, Midden-Delfland	-2,60	-2,60	79720	442330
98	1	1	0,000	t.h.v. Scheeweg 31 (De Lier)	-2,60	-2,60	78821	442555
98	2	1	0,000	t.h.v. Bonnenweg 20, 3151XA, Westland	-0,43	-0,43	71133	443082
98	2	1	0,000	Bonnenweg 50, 3151XA, Rotterdam	-0,43	-0,43	70781	443450
98	2	1	0,000	t.h.v. Bonnenweg 20, 3151XA, Westland	-0,43	-0,43	71045	443254
98	1	1	0,000	Verwijderd	-0,43	-0,43	71282	442708
98	2	1	0,000	Verwijderd	-0,43	-0,43	71268	442701
98	2	1	0,000	t.h.v. Bonnenweg 20, 3151XA, Westland	0,00	zp -0,08 / wp -0,08	71058	443275
98	1	1	50,000	Nieuwlandse Molenpad 52, 3151XH, Rotterdam	0,05	0,05	69919	444756
99	2	1	0,000	t.h.v. Maasdijk 172, 2691NX, Westland	0,05	0,05	71822	444028
98	2	1	4,020	Bagijneland 27, 2691NC, Westland	0,05	0,05	70184	444241
98	2	1	0,000	Verwijderd	0,05	0,05	69856	445856
98	2	1	40,000	Nieuwlandsedijk 140, 3151XK, Rotterdam	-0,40	-0,40	69801	444401
98	2	2	40,000	Nieuwlandsedijk 140, 3151XK, Rotterdam	-0,40	-0,40	69691	444460
5	3	1	0,000	Noordlandseweg 17, 3151XZ, Rotterdam	0,45	0,45	68717	445491
98	1	1	50,000	Verwijderd	0,20	0,20	69395	443277
98	2	1	90,000	Nieuwlandse Molenpad 52, 3151XH, Rotterdam	0,20	0,20	69910	444749
98	2	2	200,000	Zekkenweg 100, 31512C, Rotterdam	0,20	0,20	69384	443273
1	2	2	36,000	Oorberlaan 102, 2553EP, Den Haag	0,00	flex -1,53 / -1,83	74340	450371
98	2	1	0,000	Verwijderd	-1,80	-1,80	75826	441827
98	2	1	0,000	t.h.v. Oudecampsweg 39, 2678NN, Westland	-1,80	-1,80	75723	441892
98	2	2	13,020	Poelkade 18, 2691MD S-Gravenzande	-1,83	-1,83	72341	446415
99	2	2	22,020	Noordeindseweg 76, 2645BC, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -5,10 / -5,40	86454	448597
98	1	1	20,000	t.h.v. Dwarskade 45, 2631NA, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -4,80 / wp -5,00	86985	449882
4	2	1	96,000	Verwijderd	0,00	zp -4,80 / wp -5,00	85156	448771
98	2	1	0,000	Laakweg 26, 2631PJ, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -4,80 / wp -5,00	88470	450315
98	2	2	0,000	Kleveringweg 67, 2616LZ, Delft	0,00	zp -4,80 / wp -5,00	85122	448756
3	2	2	0,000	t.h.v. Oosteinde 118, 2548AN, Den Haag	-0,80	-0,80	80258	449645
98	2	1	0,000	Markuslaan 6, 2291GG, Westland	-0,80	-0,80	77699	448908
2	2	1	10,020	Markuslaan 17, 2291GG, Westland	-0,80	-0,80	77862	448992
4	2	1	42,000	Oosteinde 86, 2548AN, Den Haag	-0,80	-0,80	79954	449500
98	2	1	0,000	Kwintlaan 3, 2295KL, Westland	-0,80	-0,80	77478	448740
99	2	2	16,020	Lotsweg 15, 2635NB, Midden-Delfland	-4,68	-4,68	80906	447476
2	2	1	0,000	van Oosthuizenlaan 7, 2691NJ, Westland	0,18	0,18	72213	443834
98	2	1	1,740	Delftsestraatweg 42, 2645CB, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -2,05 / wp -2,10	87999	447821
3	2	1	1,020	Noordeindseweg 54, 2645BC, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -2,05 / wp -2,10	86824	448078
98	2	1	0,000	Verwijderd	0,00	zp -2,05 / wp -2,10	88535	448317
98	2	1	0,000	t.h.v. Hoflaan 12, 2616AA, Delft	0,00	zp -1,55 / wp -1,65	85894	447350
98	2	1	0,000	Hans Lodeizenstraat 19, 2548EN, Den Haag	-1,05	-1,05	79133	450234
98	1	1	50,000	t.h.v. Nieuwlandsedijk 140, 3151XK, Rotterdam	0,05	0,05	69722	444300
98	99	1	0,000	Vergulde Draeckweg 2, 3151RT, Rotterdam	0,05	0,05	69550	443575
1	2	2	27,000	t.h.v. Nieuwlandsedijk 140, 3151XK, Rotterdam	0,05	0,05	69712	444294
99	2	1	1,500	Kruising Tjalklaan/Spaanseweg, 3028HT, Rotterdam	-2,45	-2,45	88901	436887
98	2	1	0,000		-2,45	-2,45	88731	436625
99	2	1	0,000	Spaansebocht 134, 3017EP, Rotterdam	-2,30	-2,30	89199	436657
98	2	1	0,000		-2,30	-2,30	89210	436648
99	2	1	2,520	Overschiezeweg 111, 3044EH, Rotterdam	-2,70	-2,70	87731	438448
99	2	1	0,000	Burgerdijkseweg 46, 2678NZ, Westland	-2,35	-2,35	78160	442890
5	3	1	0,000	t.h.v. Westgaag 6, 3155DG, Midden-Delfland	-2,35	-2,35	78032	441361
98	99	1	0,000	t.h.v. Scheeweg 2, 3155RP, Midden-Delfland	-2,35	-2,35	78240	441493
98	99	1	0,000	Verwijderd	-2,35	-2,35	77492	441152
98	3	1	0,000	t.h.v. Westgaag 28, 3155DG, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	77764	441256
98	3	1	0,000	t.h.v. Scheeweg 2, 3155RP, Midden-Delfland	-2,76	-2,76	78448	441637
98	3	1	0,000		-2,76	-2,76	79374	441272
98	2	1	0,000	t.o. Burg Eisenweg 19, 2675AB, Westland	-0,75	-0,75	74573	446661
98	2	1	0,000	Burg Eisenweg 4, 2671DC, Westland	-0,75	-0,75	74230	447133
2	2	1	0,000	Dijkweg 113, 2671CX, Westland	-0,75	-0,75	74699	446549
98	2	1	0,000	t.h.v. Weverskade 101(Naast A20), 3147PA, Maassluis	0,00	zp -2,30 / wp -2,40	76560	439415

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	vast peil	peilen	X	Y
98	2	1	0,000	Weverskade 71, 3147PA, Maassluis	0,00	zp -2,30 / wp -2,40	76394	438905
98	2	1	0,000	t.h.v. Weverskade 101,3147PA, Maassluis	0,00	zp -2,30 / wp -2,40	76116	439642
98	2	1	0,120	Lavendelstraat 125, 3142NE, Maassluis	0,00	zp -2,30 / wp -2,40	77270	438278
98	1	1	40,000	Dorppolderweg 10, 2636AT, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	80416	443989
99	2	1	0,000	t.h.v. Gaagweg 32, 2636AJ, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	80387	442632
98	99	1	0,000	t.h.v. Gaagweg 44, 2636AK, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	80024	442203
98	2	1	43,020	Gaagweg 44, 2636AK, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	80269	441934
98	99	1	0,000	Gaagweg 34, 2636AJ, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	80353	442507
98	3	1	0,000	Oostgaag 53, 3155CE, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	79670	441711
98	99	1	0,000	Oostgaag 45, 3155CE, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	79394	441773
98	99	1	0,000	t.h.v. Gaagweg 42, 2636AK, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	79111	442323
98	3	1	0,000	Gaagweg 30, 2636AJ, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	80468	442653
98	3	1	0,000	Gaagweg 36b, 2636AK, Midden-Delfland	-2,85	-2,85	80387	442194
99	2	1	0,000	Gaagweg 40, 2636AK, Midden-Delfland	-2,65	-2,65	79663	442917
98	1	1	9,000	t.h.v. Broekpolderweg 16a, 3155EH, Midden-Delfland	-3,00	-3,00	79071	437990
98	99	1	0,000	Verwijderd	-3,00	-3,00	79540	438636
98	99	1	0,000	t.h.v. Zuidbuurt, 3155EH, Midden-Delfland	-3,00	-3,00	79411	438742
98	2	2	1,620	t.h.v. Kortebuurt 21, 3141EH, Maassluis	-3,00	-3,00	78735	437733
42	2	1	0,000		-1,80	-1,80	81674	446676
4	2	1	28,980	Woudselaan 43, 2635CH, Midden-Delfland	-1,80	-1,80	81224	447021
98	2	1	0,000	Kalmoeskade 5, 2635CS, Midden-Delfland	-1,90	-1,90	81847	445711
99	2	2	4,980	Kikkerkade/Rijkstraatweg 5,2635AC Den Hoorn	-1,90	-1,90	82306	446040
98	3	1	0,000	t.h.v. Gaagpad 13, 2636AK, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80811	442220
98	2	1	0,000	t.h.v. Gaagpad, 2636AJ, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	81006	443096
98	2	1	37,980	t.h.v. Duifpolder 9, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	81416	441063
98	3	1	0,000	t.h.v. Duifpolder 5, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80681	440509
98	99	1	0,000	t.h.v. Kwakelweg 17, 3155CB, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80525	440685
98	3	1	0,000	t.h.v. Duifpolder 5, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80629	440577
98	3	1	0,000	t.h.v. Duifpolder 5, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80683	440406
98	3	1	0,000	t.h.v. Duifpolder 2a, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80777	440135
98	3	1	0,000	t.h.v. Duifpolder 1, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80779	439984
98	3	1	0,000	t.h.v. Duifpolder 2a, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80789	440222
98	3	1	0,000	t.h.v. Duifpolder 1, 3155CA, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	80942	440132
98	2	1	0,000	t.h.v. Molenweide 2, 3155AT, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78092	439752
98	2	1	0,000	Noordvliet (viaduct A20), 3142KB, Maassluis	-2,40	-2,40	77770	438072
98	2	1	0,000	Weidepad/Molenweg 10(370m N), 3155AV Maasland	-2,40	-2,40	78538	440517
98	2	1	0,000	t.h.v. Westgaag 1, 3155DD, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78194	440421
98	2	1	0,000	thv Kleine huis Te Velde 1a,3155AP,Midden-Delfland	-2,40	-2,40	77540	439562
98	3	1	0,000	Parallelweg 1a, 3155AP, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	77420	438876
98	2	1	66,000	Gemaal van de Dijkpolder (Maasland)	-2,40	-2,40	78450	439958
98	3	1	0,000	t.h.v. Weidepad, 3155DD, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78384	440193
98	3	1	0,000	t.h.v. Westgaag 3, 3155DD, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	77834	440128
98	3	1	0,000	t.h.v. Molenweg 6, 3155AV, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78377	439852
98	3	1	0,000	t.h.v. Molenweide 3b, 3155AT, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78286	439738
98	3	1	0,000	Parallelweg 2, 3155RM, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	76703	439395
98	3	1	0,000	t.h.v. Westgaag 1, 3155DD, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78145	440271
98	3	1	0,000	t.h.v. Westgaag 1, 3155DD, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78148	440347
98	3	1	0,000	Parallelweg 2, 3155RM, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	77035	438964
98	2	1	0,000	t.h.v. Molenweide 2, 3155AT, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78027	439816
5	3	1	0,000	Molenweg 6, 3155AV Maasland	-2,40	-2,40	78436	439932
98	2	1	0,000	thv Kleine huis Te Velde 1a,3155AP,Midden-Delfland	-2,40	-2,40	77547	439474
98	99	1	0,000	t.h.v. Westgaag 1, 3155DD, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78156	440335
98	2	1	0,000	t.h.v. Westgaag 1, 3155DD, Midden-Delfland	-2,40	-2,40	78123	440327
2	2	2	90,000	Fokkerstraat 500, 3125BE, Schiedam	-2,75	-2,75	86932	438576
98	2	1	0,000	Ringvaart 2, 3121KL, Schiedam	-2,75	-2,75	86193	439251
98	2	1	0,000	Veldpad 114, 3124VM, Schiedam	-2,75	-2,75	85719	440267
55	2	1	0,000	van Beethovenlaan	-2,75	-2,75	84955	438619
98	2	1	0,000	Laan van Spaland, 3121JC, Schiedam	-3,13	-3,13	85473	439264
98	2	1	0,000	Schiedamseweg 133, 3121JG, Schiedam	-3,00	-3,00	85919	438534
55	2	1	0,000	Gustav Vasaborg 7, 3124TH, Schiedam	0,00	flex -2,10 / -2,30	86148	440180
98	2	1	0,000	Prinses Beatrixpark 3, 3121JJ, Schiedam	0,00	zp -2,86 / wp -2,96	86080	438600
98	2	1	0,000	Parkweg 415, 3121KK, Schiedam	0,00	zp -3,25 / wp -3,35	86586	438558
98	2	1	0,000	t.h.v. Burg van der Lippd 1, 3119JJ, Schiedam	-3,30	-3,30	86219	437974
2	2	1	0,000	Laan van Spieringshoek 201, 3118LM, Schiedam	-2,25	-2,25	85457	437106
99	2	1	0,000	t.o. Vareseweg 1,3047AT, Rotterdam	0,10	0,10	87994	440381
98	1	1	20,000	Lange Broekweg 53,2671DW, Naaldwijk	-1,92	-1,92	76536	445345
99	2	1	0,000	Verwijderd	-1,92	-1,92	75945	444787
99	2	2	72,000	Lange Broekweg 53,2671DW, Naaldwijk	-1,92	-1,92	76538	445344
1	2	2	35,000	Bezuidenhoutseweg 423,2594AS, Den Haag	-1,90	-1,90	83472	456367

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	vast peil	peilen	X	Y
3	2	2	0,000	Harnaskade 31, 2635CA, Midden-Delfland	-3,50	-3,50	81203	446954
98	1	1	20,000	Verwijderd	-3,50	-3,50	81224	446951
98	3	1	0,000	t.h.v. Woudseweg 164, 2636AW, Midden-Delfland	-3,50	-3,50	80669	446545
98	3	1	0,000	t.h.v. Woudseweg 164, 2636AW, Midden-Delfland	-3,50	-3,50	80676	446573
98	3	1	0,000	t.h.v. Woudseweg 164, 2636AW, Midden-Delfland	-3,50	-3,50	80807	446629
98	2	1	37,980	Verwijderd	-3,50	-3,50	81225	446947
4	2	1	3,000	Woudseweg 172, 2636AW, Midden-Delfland	-2,19	-2,19	80696	445812
98	2	1	0,000	't Woudt 2, 2636HD, Midden-Delfland	-1,80	-1,80	79986	445571
99	2	1	0,750	t.h.v. 't Woudt 7, 2636HD, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	79696	446174
98	3	1	0,000	t.h.v. Zwethkade Zuid 57, 2635CW, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	79157	446625
98	3	1	0,000	Verwijderd	-3,15	-3,15	79128	446312
98	3	1	0,000	Verwijderd	-3,15	-3,15	79713	446263
98	99	1	0,000	Verwijderd	-3,15	-3,15	79358	446439
5	3	1	0,000	t.h.v. Zwethkade Zuid 57, 2635CW, Midden-Delfland	-3,15	-3,15	79255	446690
98	2	1	0,000	t.h.v. Kwakelweg 12b, 3155CC, Midden-Delfland	-2,93	-2,93	79752	440747
98	2	1	0,000	t.h.v. Kwakelweg 8, 3155CC, Midden-Delfland	-2,93	-2,93	79506	440952
98	2	1	0,000	t.h.v. Molenweg 50a, 3155AD, Midden-Delfland	-2,88	-2,88	79046	440800
5	3	1	0,000	t.h.v. Kwakelweg 18a, 3155CC, Midden-Delfland	-3,10	-3,10	79320	440400
98	2	1	0,000	Molenslootpad 4, 3155AE, Midden-Delfland	-3,10	-3,10	78860	439365
98	99	1	0,000	t.h.v. Doelpad 4, 3155AE, Midden-Delfland	-3,10	-3,10	79240	439684
98	3	1	0,000	t.h.v. Commandeurskade 24, 3155AD, Midden-Delfland	-3,10	-3,10	78972	439861
5	3	1	0,000	t.h.v. Doelpad 4, 3155AE, Midden-Delfland	-3,10	-3,10	79126	439440
5	3	1	0,000		-3,10	-3,10	79352	440247
98	1	1	0,000		-3,10	-3,10	79342	440185
98	99	1	0,000	Commandeurskade 26, 3155AC, Midden-Delfland	-2,88	-2,88	78475	439670
99	2	1	0,000	Verwijderd	-1,02	-1,02	74727	444630
98	2	2	0,000	Tinbergenstraat 8, 2288BE, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	83275	450838
4	2	1	72,000	Jaagpad 6, 2288AB, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	83479	450210
99	2	1	4,020	Prinses Beatrixlaan 1151, 2287GZ, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	82072	449216
5	3	1	0,000	t.h.v. Lange Kleiweg 120, 2288GR, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	82854	449348
98	2	1	0,000	t.o. Ockenburger Tientweg 24d, 2288CZ, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	82897	448713
1	2	1	1,020	Verwijderd	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	82634	448093
5	3	1	0,000	t.h.v. Prinses Beatrixlaan 1147, 2287GZ, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	81878	449565
4	2	1	28,020	Molenwetering 6, 2286KP, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	81351	448258
99	3	1	0,000	Molenwetering 2, 2286KP, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	81136	448122
99	2	1	15,000	Prinses Beatrixlaan 1151, 2287GZ, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	82067	449216
98	2	1	0,000	Pastoor Verburchweg 6, 2286KD, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	81864	448585
98	1	1	0,000	Oyevaerswey 25g, 2288GA, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	82524	448693
98	2	1	0,000	Lange Kleiweg 100, 2288GR, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	82681	449773
1	2	1	0,000	t.h.v. Molenwetering 6, 2286KP, Rijswijk	0,00	zp -1,19 / wp -1,29	81436	448317
1	2	1	7,020	Verwijderd	-2,75	-2,75	80728	448674
98	2	2	0,000	thv Molenwetering(begraafplaats), 2286KA, Rijswijk	-2,50	-2,50	80868	448419
99	2	1	0,000	Meerweg 34, 2651KS, Lansingerland	0,00	flex -5,40 / -5,60	91367	446024
2	2	1	0,720	Verwijderd	0,00	flex -5,40 / -5,60	91948	446084
99	2	1	31,980	t.h.v. Broekpolderlaan 10, 2675LJ, Westland	-2,03	-2,03	76526	445395
4	2	1	63,000	Zwet 13, 2295KZ, Westland	-2,03	-2,03	78569	446314
98	2	1	0,000	Breugomslaan 1, 2675LA, Westland	-1,01	-1,01	76810	447012
98	1	1	20,000	Zwet 13, 2295KZ, Westland	-3,85	-3,85	78570	446326
4	2	1	20,000	Zwet 13, 2295KZ, Westland	-3,85	-3,85	78570	446321
98	2	1	0,000	t.h.v. Overtoomsepad, 2671DZ, Westland	0,00	zp -3,50 / wp -2,80	76820	445160
5	3	1	0,000	Verwijderd	-5,92	-5,92	92524	444879
2	2	1	0,000	Westpolder 2(450m N), 2651BG, Berkel en Rodenrijs	-5,92	-5,92	90827	445191
2	2	1	0,480	Zuidersingel 64(350mN), 2651AK, Berkel en Rodenrijs	-5,92	-5,92	90128	443424
5	3	1	0,000	Verwijderd	-5,92	-5,92	91202	445009
98	2	1	0,000	t.h.v. Molenweg 72	-5,92	-5,92	89460	443653
4	2	1	18,000	Rodenrijseweg 489, 2651AP, Lansingerland	-5,88	-5,88	90644	443050
2	2	2	210,000	Molenkade 2, 2651AB, Lansingerland	-2,66	-2,66	89239	443599
5	3	1	0,000	t.h.v. Onderweg 14, 2641NZ, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -5,79 / wp -5,89	90085	444978
98	2	2	8,000	t.h.v. Molenweg 123, 2651AC, Lansingerland	0,00	zp -5,79 / wp -5,89	89149	444037
98	2	1	0,000	Boezemweg 78, 2651AD, Lansingerland	0,00	flex -5,02 / -5,32	89216	443750
5	3	1	0,000	Boezemweg 78, 2651AD, Lansingerland	0,00	flex -5,02 / -5,32	89378	443805
5	3	1	0,000	Boezemweg 78, 2651AD, Lansingerland	0,00	flex -5,02 / -5,32	90115	444607
5	3	1	0,000	Boezemweg 78, 2651AD, Lansingerland	0,00	flex -5,57 / -5,77	89717	444112
5	3	1	0,000	Boezemweg 78, 2651AD, Lansingerland	0,00	flex -5,57 / -5,77	89821	444221
5	3	1	0,000	Boezemweg 78, 2651AD, Lansingerland	0,00	flex -5,57 / -5,77	90012	444408
2	2	2	0,000	t.h.v. Klapwijkseweg 39, 2651CH, Lansingerland	-5,60	-5,60	90957	445845
98	1	1	8,000	Maasdijk 206, 2691NZ, Westland	0,03	0,03	72908	443604
2	2	1	4,080	Maasdijk 206, 2691NZ, Westland	0,03	0,03	72909	443606
98	2	1	0,000	Zwethkade Noord 2, 2291HZ, Westland	-4,47	-4,47	79747	447310

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	vast peil	peilen	X	Y
1	2	1	72,000	Zwetkade Noord 1, 2291HZ, Westland	-4,47	-4,47	80741	447866
5	3	1	0,000	Middenzwet 52, 2291HM, Westland	-4,47	-4,47	78534	447173
98	2	1	0,000	Verwijderd	0,00	flex -4,57 / -4,72	80442	448288
3	2	2	0,000	Sylvain Poonstraat 23, 2548XX, Den Haag	0,00	flex -4,57 / -4,72	80549	448134
3	2	1	0,000	Sylvain Poonstraat 23, 2548XX, Den Haag	0,00	flex -4,57 / -4,72	80555	448135
98	2	1	0,000	Verwijderd	-4,20	-4,20	78779	447516
99	2	1	0,000	Arkpaviljoen 62, 2291BV, Westland	-2,77	-2,77	79191	449041
98	99	1	0,000	Perzikenpad 115, 2291SB, Westland	-2,82	-2,82	79379	448757
98	2	1	0,000	Verwijderd	-2,82	-2,82	79452	448153
98	2	1	0,000	Wip 1, 3143AR, Maassluis	-0,43	-0,43	77022	437619
5	3	1	0,000	Langs broekpolderpad, 3155EP, Middendelfland	-0,43	-0,43	81285	439714
2	2	1	0,000	Otterschelp, 2681RJ, Monster	-0,43	-0,43	70562	448797
98	2	1	0,000	Verwijderd	-0,43	-0,43	76795	452190
98	1	1	10,000	Groeneweg 103, 2691ML, Westland	-0,43	-0,43	73380	444054
2	2	2	23,400	Vinkenlaantje, 2552AZ, Den Haag	-0,43	-0,43	76808	452132
1	2	1	30,000	Delftsestraatweg 89, 2645AA, Pijnacker-Nootdorp	-0,43	-0,43	87071	447362
2	2	2	9,120	Houtrustweg 2(150m Z), 2566HA Den Haag	-0,43	-0,43	78626	455738
2	2	1	1,980	t.h.v. Wijndaelerduin 35, 2554BW, Den Haag	-0,43	-0,43	74894	453192
1	2	1	0,000	Rijnweg 340, 2681SZ, Westland	-0,43	-0,43	72179	450154
99	2	1	0,000	Monsterseweg 127, 2691JE, Westland	-0,43	-0,43	70489	447989
99	2	1	0,000	Verwijderd	-0,43	-0,43	73790	445394
2	2	1	7,020	Houtrustweg 2(150m Z), 2566HA Den Haag	-0,43	-0,43	78629	455740
2	2	2	708,000	Houtrustweg 127, 2566HA, Den Haag	-0,43	-0,43	78224	456351
2	2	3	120,000	Heijdssep 2, 2681VM, Westland	-0,43	-0,43	71026	449312
2	2	2	1440,000	Nieuw Oranjekanaal 121, 3151XL, Rotterdam	-0,43	-0,43	71593	441340
2	2	1	498,000	Geervlietsestraat 50, 3114VH, Schiedam	-0,43	-0,43	86995	435551
2	2	1	1200,000	Willem Buytewechstraat 33, 3024BK, Rotterdam	-0,43	-0,43	91368	435944
2	2	3	468,000	t.h.v. Sluiskant 7, 2265AA, Leidschendam-Voorburg	-0,43	-0,43	87084	455088
1	2	2	100,000	Kalverbos 24, 2611XW, Delft	-0,43	-0,43	83871	448087
2	2	2	10,020	Hoogstraat 133, 3134HA, Vlaardingen	-0,43	-0,43	83245	436574
98	2	1	0,000	Houtrustweg 43a, 2566HA, Den Haag	-0,43	-0,43	78710	455524
2	2	1	9,000	t.h.v. Maasdijk (Oranjesluis), 2676BK, Westland	-0,43	-0,43	73608	443089
99	2	2	15,000	t.h.v. Maasdijk 192, 2676LJ, Westland	-0,43	-0,43	75315	445075
4	2	1	1,500	t.h.v. Naaldwijkseweg 211a, 2691PS, Westland	-0,43	-0,43	71322	445156
98	2	1	2,220	Heenweg 98, 2691LG, Westland	-0,43	-0,43	72322	444314
98	2	1	2,100	Verwijderd	-0,43	-0,43	72183	444665
98	2	1	1,980	Groeneweg 70, 2691MR, Westland	-0,43	-0,43	73730	443277
98	2	1	2,100	Groeneweg 9, 2691MJ, Westland	-0,43	-0,43	73378	444762
98	2	1	0,000	t.o. Naaldwijkseweg 340, 2691PZ, Westland	-0,43	-0,43	71845	445578
98	2	1	0,000	Wattstraat 12, 2691GZ, Westland	-0,43	-0,43	71840	445945
4	2	1	1,500	Naaldwijkseweg 340, 2691PZ, Westland	-0,43	-0,43	71862	445518
4	2	1	1,500	Mariendijk 115, 2295LJ, Westland	-0,43	-0,43	76702	448108
2	2	1	0,000	Mariendijk 41, 2675SX, Westland	-0,43	-0,43	76300	447867
2	2	1	1,980	Molenweg 3b, 2681RD, Westland	-0,43	-0,43	72623	448969
98	2	1	48,000	Commandeurskade 17, 3155AC, Midden-Delfland	-0,43	-0,43	78422	439785
98	1	1	60,000	t.h.v. Oostgaag 29, 3155CD, Midden-Delfland	-0,43	-0,43	79035	441322
98	2	1	0,000	t.h.v. Westgaag 68, 3155DH, Midden-Delfland	-0,43	-0,43	77380	440705
98	2	1	10,020	Maasdijk 27, 2691PA, Westland	-0,43	-0,43	70415	445311
98	2	1	0,000	nieuw gemnaal in oprichting	-0,43	-0,43	76226	438722
2	2	1	0,000	t.h.v. Monsterseweg 31, 2691JA, Westland	-0,43	-0,43	70610	447283
2	2	1	0,000	t.h.v. Nieuwe Plantage 156, 2611PE, Delft	-0,43	-0,43	84418	448218
98	2	1	0,000	Polderpad 50, 2635HB, Midden-Delfland	-0,43	-0,43	83047	446775
98	2	1	0,000	Sint Jorispad 15, 2671MX, Westland	-0,43	-0,43	74145	443522
5	3	1	0,000	t.h.v. Madesteijnweg 25, 2553EC, Den Haag	-0,43	-0,43	75658	451612
4	2	2	0,100	t.h.v. Vorkottenstraat 2, 2295HC, Westland	-0,43	-0,43	77104	447939
98	2	1	0,000	t.h.v. Wijndaelerduin 35, 2554BW, Den Haag	-0,43	-0,43	74813	453048
98	2	1	0,000	t.o. Monsterseweg 1a, 2553EC, Den Haag	-0,43	-0,43	75465	451779
98	3	1	0,000	Loosduinse Hoofdstr. 1184a, 2552AT, Den Haag	-0,43	-0,43	75594	451832
98	99	1	0,000	Madesteijnweg 17, 2553EC, Den Haag	-0,43	-0,43	75191	451682
98	2	1	0,000	Klatteweg 113, 2597KA, Den Haag	-0,43	-0,43	81152	458025
98	99	1	0,000	t.h.v. Van Brienenlaan 15, 2244BP, Wassenaar	-0,43	-0,43	83335	457448
98	3	1	0,000	t.h.v. Madeweg 47d, 2681PL, Westland	-0,43	-0,43	74112	449998
98	99	1	0,000	t.o. Monnikenlaan 4, 2671NE, Westland	-0,43	-0,43	74375	444077
98	2	1	0,000	t.h.v. Lookwatering 52, 2635EA, Midden-Delfland	-0,43	-0,43	81440	447216
1	2	1	0,000	Boslaan (Fietspad rechts), 2594NE, Den Haag	-0,43	-0,43	82242	455856
3	2	3	0,000	Veenkade, Parkeergarage VAB	-0,43	-0,43	80708	455227
3	2	2	180,000	Westvest	-0,43	-0,43	84237	447152
3	2	2	180,000	Buitenwatersloot	-0,43	-0,43	84133	447226
4	2	1	120,000	Noordeindseweg 196, 2651LK, Lansingerland	-6,42	-6,42	92999	446877

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	vast peil	peilen	X	Y
98	2	1	0,000	Noordesingel 157, 2651LJ, Lansingerland	0,00	flex -5,10 / -5,40	92115	447983
98	2	1	0,000	t.h.v. Noordeindseweg 107, 2651LG, Lansingerland	0,00	flex -5,10 / -5,40	92601	449129
98	2	1	0,000	Meerweg 37, 2651KR, Lansingerland	0,00	flex -5,10 / -5,40	91765	446405
2	2	1	0,720	Noordersingel 41, 2651LR, Berkel en Rodenrijs	0,00	flex -5,10 / -5,40	92843	447468
98	2	1	0,000	Noordersingel 197, 2651LJ, Lansingerland	0,00	flex -5,10 / -5,40	92662	448973
2	2	1	1,980	Noordersingel 163, 2651LJ, Berkel en Rodenrijs	0,00	flex -5,10 / -5,40	92848	448376
2	2	1	0,600	t.h.v. Meerweg 45, 2651KR, Berkel en Rodenrijs	0,00	flex -5,10 / -5,40	91857	446643
5	3	1	0,000	Meerweg 37, 2651KR, Lansingerland	0,00	flex -5,10 / -5,40	91736	446357
4	2	1	1,000		0,00	flex -5,10 / -5,40	92507	448560
98	2	1	0,000	Groenekade 6, 2641RD, Pijnacker-Nootdorp	-3,28	-3,28	90314	445910
98	2	1	0,000	Kleihoogt 4, 2651KV, Lansingerland	-3,28	-3,28	92457	446979
98	1	1	0,000	Kleihoogt 11, 2651KV, Lansingerland	-3,28	-3,28	92088	447144
5	3	1	0,000	Groenekade 6, 2641RD, Pijnacker-Nootdorp	-3,28	-3,28	90306	446016
98	2	1	0,000	Polderweg 18, 2641NT, Pijnacker-Nootdorp	-3,28	-3,28	90497	445651
4	1	2	20,000	Aan 't Verlaat 42, 2616LB, Delft	0,00	zp -2,25 / wp -2,35	85164	448726
98	2	1	0,000	De Melkpotte 7, 2631PV, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -4,30 / -4,40	87350	451348
98	2	1	0,000	Zomereik	0,00	flex -4,80 / -5,00	85834	449473
1	2	1	15,000	Roeleveenseweg 5, 2493ZJ, Den Haag	0,00	flex -4,70 / -4,85	88248	452577
98	1	1	0,000	Schiekade 60, 3125KJ, Schiedam	-3,35	-3,35	87819	439274
99	2	1	0,000	Polderweg 260, 3125KH, Schiedam	-3,35	-3,35	86757	439881
98	2	2	1,800	Brasemdam 3, 2492NA, Den Haag	0,00	flex -4,70 / -4,85	87970	452942
98	2	2	0,700	Barbeeldam 4, 2492MX, Den Haag	0,00	flex -4,70 / -4,85	88012	452982
3	2	2	24,000	Broekweg 140, 2266LK, Leidschendam-Voorburg	0,00	flex -4,70 / -4,85	86551	454400
2	2	2	12,000	Visdiefjesstraat	0,00	flex -4,70 / -4,85	88480	453494
98	2	1	0,000	t.h.v. Lange Kruisweg 54a, 2676BM, Westland	0,00	zp 0,18 / wp 0,08	74350	441160
98	2	1	0,000	Lange Kruisweg 4, 2676BL, Westland	0,00	zp 0,18 / wp 0,08	73281	442827
99	1	1	20,000	Willem III straat 3, 2676AJ, Westland	0,00	zp 0,18 / wp 0,08	74494	442178
98	2	1	0,000	t.h.v. Kaapsebos 14, 2676LD, Westland	0,00	zp -0,07 / wp -0,22	74194	440248
99	2	1	13,620	t.h.v. Wipperspark 1B, Maassluis	-2,05	-2,05	78106	437809
2	2	1	0,120	Sportlaan 1A, 3141XJ, Maassluis	-2,05	-2,05	78113	437612
2	2	1	13,600	Wipperskade 1, 3141SW, Maassluis	-2,05	-2,05	77849	437960
1	2	2	0,000	Wenpad 9, 2685SJ, Westland	-1,32	-1,32	76242	450116
99	2	1	0,000	t.o. Arckelweg 28, 2685SR, Westland	-1,32	-1,32	75730	448983
98	2	1	3,600	Casembrootlaan 9, 2685AA, Westland	-0,77	-0,77	74270	449425
2	2	1	0,000	Casembrootlaan	-0,77	-0,77	74282	449267
98	99	1	0,000	t.h.v. Dedemsvaartweg 1175, 2541GA, Den Haag	-1,75	-1,75	78418	451030
5	3	1	0,000	t.o. Lozerlaan 10, 2544LG, Den Haag	-1,75	-1,75	76851	450502
1	2	2	120,000	Erasmusweg 837, 2533BW, Den Haag	-1,75	-1,75	79605	451313
99	2	1	0,000	t.h.v. Drentheplantsoen 231, 2545BM, Den Haag	-1,75	-1,75	78713	451375
2	2	2	312,000	Zichtenburglaan 6, 2544EB, Den Haag	-1,75	-1,75	77003	451796
5	3	1	0,000	t.h.v. Architect Duikerstraat 21, 2552ZV, Den Haag	-1,75	-1,75	77630	452558
98	99	1	0,000	t.h.v. Mr P.D. Fortuynweg 77, 2533SP, Den Haag	0,00	flex -1,80 / -2,00	79445	451914
99	2	1	0,000	Noorddorsepapad (einde), 2491EK, Den Haag	0,00	zp -1,89 / wp -1,93	86463	454158
2	2	1	7,500	Westvlietweg 42, 2491EC, Den Haag	0,00	zp -1,89 / wp -1,93	85477	453795
2	2	1	58,020	Broekweg 140, 2266LK, Leidschendam-Voorburg	0,00	zp -1,89 / wp -1,93	86534	454382
2	2	1	0,000	Bartelomeuslaan 37, 2632DB, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -1,89 / wp -1,93	86464	451893
3	2	1	24,000	Broekweg 140, 2266LK, Leidschendam-Voorburg	0,00	zp -1,89 / wp -1,93	86536	454386
2	2	1	7,500	Kortelandseweg 41, 2631ND, Pijnacker-Nootdorp	-4,90	-4,90	86056	450701
2	2	1	5,500		-4,90	-4,90	85577	450594
99	2	1	1,020	t.h.v. Hoflaan 20, 2616AA, Delft	-3,00	-3,00	86358	447148
99	2	2	7,020	t.o. Olof Palmestraat 2(A13 afrit9), 2616LM, Delft	0,00	zp -2,29 / wp -2,32	85805	447438
99	2	1	0,000	Bonnenlaan 5, 2691NL, Westland	0,00	zp -0,32 / wp -0,42	72569	442557
4	2	1	47,000	Sportlaan 3, 2678VG, Westland	-1,52	-1,52	76576	443388
99	1	1	0,000	t.h.v. Schefferweg 1, 2678LB, De Lier	0,00	zp -1,52 / wp -1,82	75851	442676
98	2	2	0,000	Verwijderd	-1,30	-1,30	82682	453820
2	2	1	13,320	Hildebrandstr. 318(Langs spoor), 2524VS, Den Haag	-1,30	-1,30	81130	451705
98	2	1	0,000	Van Vredenburgweg 178, 2284TT, Rijswijk	-1,30	-1,30	80321	451200
99	2	2	26,580	Laakweg 102, 2516SB, Den Haag	-1,30	-1,30	82684	453818
4	1	1	49,980	Verwijderd	-1,30	-1,30	82684	453806
98	2	1	0,000	t.h.v. Van Vredenburgweg 164f, 2284TT, Rijswijk	-0,80	-0,80	81003	451393
98	2	1	0,000	t.o. v. Vredenburgweg 78(Electr), 2283TC, Rijswijk	-0,55	-0,55	81866	451708
98	2	1	0,000	Rotterdamseweg 229, 2636KC, Schipluiden	-3,29	-3,29	86525	442582
98	2	1	0,000	Zwethkade 8, 2641SC, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -2,98 / -3,35	88687	443354
98	2	1	0,000	thv Oude Leedewe 193, 2641SE, Pijnacker-Nootdorp	-3,62	-3,62	88353	444110
2	2	1	0,000	t.h.v. Molendijk 10, 2641NV, Pijnacker-Nootdorp	-3,62	-3,62	88741	444004
4	2	1	30,000	Rotterdamseweg 229, 2636KC, Schipluiden	0,00	zp -3,35 / wp -3,41	86515	442602
5	3	1	0,000	t.h.v. Rotterdamseweg 223, 2636KC, Midden-Delfland	0,00	zp -3,35 / wp -3,41	86649	443265
5	3	1	0,000	Essepapad 4, 2272JS, Leidschendam-Voorburg	0,00	zp -1,34 / wp -1,40	85671	455182
5	3	1	0,000	IJscubweg 111, 2593HH, Den Haag	0,00	zp -1,34 / wp -1,40	83968	455629

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	vast peil	peilen	X	Y
1	2	1	2,520	thv Montessoristr. 1,2273AC, Leidschendam-Voorburg	0,00	zp -1,34 / wp -1,40	84928	454604
4	2	1	73,980	Van Woudekade 27, 2274KC, Leidschendam-Voorburg	0,00	zp -1,34 / wp -1,40	84392	454220
98	99	1	0,000	Rijkstraatweg 30, 2636AX, Midden-Delfland	-2,80	-2,80	81310	444165
99	2	3	30,000	t.h.v. Laan van Kans 9, 2496VB, Den Haag	0,00	flex -4,10 / -4,35	84453	451350
3	2	1	0,000	Bitterzoetpad, 2496SV, Den Haag	0,00	flex -4,50 / -4,70	85415	450715
2	2	1	0,780	Verwijderd	0,00	flex -4,50 / -4,70	85333	449916
4	2	1	18,420	Snijlaan 6, 2289EM, Delft	0,00	flex -4,50 / -4,70	84174	449108
99	2	1	0,000	t.h.v. De Mok 29, 2497VT, Den Haag	0,00	flex -4,50 / -4,70	84440	449748
98	2	1	0,000	Henricuskade 239, 2497NX, Den Haag	0,00	flex -4,50 / -4,70	85506	449966
98	2	1	0,000	Vrijenbansekade 4, 2611XS, Delft	-1,00	-1,00	83959	448401
1	2	1	49,020	t.h.v. Keulseweg BY 22, 2641PK, Pijnacker-Nootdorp	-2,66	-2,66	91619	449530
98	2	1	0,000	Zuideindseweg 24,2645BG, Pijnacker-Nootdorp	1,96	1,96	87044	446931
3	2	2	0,000	Overgauwseweg 86, 2641NG, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	89391	446740
5	3	1	0,000	thv Rijkstraatweg 12, 2645BS, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	86914	444165
2	2	1	0,600	Verwijderd	-3,02	-3,02	88696	446796
98	2	1	0,000	Oude Leedeweg 2a, 2641NR, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	89327	446116
98	2	1	0,000	Laan van Ruyven 1, 2645EC, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	86690	445280
2	2	1	1,080	thv Oude Leedeweg 2B, 2641NR, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	89192	445593
98	2	1	0,000	thv Rijkstraatweg 10, 2645BS, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	87276	444675
5	3	1	0,000	thv Oude Leedeweg 2B, 2641NR, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	89239	446327
1	2	2	139,980	Rotterdamseweg 187, 2629HD, Delft	-3,02	-3,02	85683	444518
5	3	1	0,000	thv Zuideindseweg 45, 2645BE, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	88184	445996
5	3	1	0,000	t.h.v. Meloenstraat 9, 2641NJ, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	87856	446822
98	2	1	0,000	Zuideindseweg 114, 2645BJ, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	87755	445599
2	2	1	3,300	thv Zuideindseweg 37, 2645BE, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	87671	446394
2	2	1	1,500	t.o. Zuideindseweg 39, 2645BH, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	87763	446199
1	2	1	72,000	Rotterdamseweg 1200, 2628BT, Delft	-3,02	-3,02	85266	445730
98	2	1	0,000	Rotterdamseweg 213, 2629HE, Delft	-3,02	-3,02	86313	443829
5	3	1	0,000	t.h.v. Meloenstraat 9, 2641NJ, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	88148	446791
5	3	1	0,000	Meloenstraat 10, 2641NJ, Pijnacker-Nootdorp	-3,02	-3,02	87718	447004
98	2	1	0,000	Ackersdijkseweg 2, 2645BK, Pijnacker-Nootdorp	-5,20	-5,20	88008	444388
2	2	1	16,980	Wilgenweg 48, 2641NS, Pijnacker-Nootdorp	-5,20	-5,20	88880	444847
2	2	1	15,900	Wilgenweg 42, 2641NX, Pijnacker-Nootdorp	-5,20	-5,20	89012	445006
98	2	1	0,000	Wilgenweg, 2641NW, Pijnacker-Nootdorp	-5,20	-5,20	88780	444883
98	2	1	0,000	Groeneveld 4, 2636AL, Midden-Delfland	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	78781	445923
98	2	1	0,000	t.h.v. Groeneveld 3, 2636AL, Midden-Delfland	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	78924	445737
98	2	1	24,000	Gemaal van de Groeneveldse Polder	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	79215	445474
5	3	1	0,000	Woudesweg 186, 2636AW Schipluiden	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	79216	445466
98	2	1	0,000	t.h.v. Woudzicht 2, 2636HC, Midden-Delfland	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	78939	445369
98	2	1	0,000	t.h.v. Groeneveld 4, 2636AL, Midden-Delfland	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	78541	445873
98	2	1	0,000	Groeneveld 186, 2636AW, Midden-Delfland	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	79203	445447
98	2	1	0,000	t.h.v. Groeneveld 186, 2636AR, Midden-Delfland	0,00	zp -2,32 / wp -2,42	79306	445273
98	2	1	12,720	thv Rijkstraatweg 35, 2645BR, Pijnacker-Nootdorp	-3,20	-3,20	86381	446381
98	2	1	1,980	thv Rijkstraatweg 35, 2645BR, Pijnacker-Nootdorp	-3,20	-3,20	86381	446382
4	2	1	1,500	Woutersweg 14a, 2691PR, Westland	0,25	0,25	71171	445218
4	2	1	1,500	t.h.v. Maasdijk 71, 2691PB, Westland	-0,10	-0,10	71733	444907
2	2	1	2,280	Monsterseweg 80, 2691JJ, Westland	0,25	0,25	70291	448039
98	2	1	15,300	t.o. Strandweg 15, 2691KE, Westland	0,25	0,25	70089	447272
4	2	2	0,000	t.o. Monsterseweg 64, 2691KE, Westland	0,25	0,25	70105	447526
98	2	1	17,820	Zijdijk 4, 2691PG, Westland	0,25	0,25	70293	445752
98	1	1	10,000	Monsterseweg 76b, 2691JJ, Westland	-0,10	-0,10	69977	447799
2	2	1	0,000	Strandweg 62, 2691KE, Westland	-0,10	-0,10	70123	447631
98	2	1	0,000	Monsterseweg 76b, 2691JJ, Westland	-0,10	-0,10	69977	447800
4	2	1	8,520	van Houtenstraat 3, 2613AN Delft	-1,30	-1,30	83476	447827
3	2	1	0,000		-1,30	-1,30	82767	448081
98	2	1	0,000	t.o. Geitenkamp 65, 2623BB, Delft	-2,70	-2,70	84167	446672
5	3	1	0,000	t.h.v. Abtswoude 34, 2622NA, Delft	-2,70	-2,70	83976	444248
2	2	2	34,980	t.h.v. Frederik van Eedenlaan, 2624VJ, Delft	-2,70	-2,70	84731	445229
99	2	2	6,600	van Miereveltlaan 22,2612XE Delft	-1,50	-1,50	84840	448069
5	3	1	0,000	thv Rijkstraatweg 105, 2629JE, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -3,20 / wp -3,50	87089	443957
4	2	2	52,020	Delftweg 220, 3046ND, Rotterdam	-2,95	-2,95	87195	441323
4	2	1	40,020	Hofweg 150, 3046NJ, Rotterdam	-2,95	-2,95	88754	442488
2	2	1	1,320	t.h.v. Hofweg 101, 3046NJ, Rotterdam	0,00	zp -5,50 / wp -5,73	88154	442244
4	2	1	6,000	Delftweg 226, 3046ND, Rotterdam	-4,70	-4,70	87208	441382
1	2	1	0,000	Hoogseweg 1, 2642KN, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -3,35 / -3,15	90660	447890
98	2	2	21,000	t.h.v. Overgauwseweg 76,2641NG, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -3,35 / -3,15	89416	446805
98	2	1	0,000	Ade 23, 2642KH, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -3,35 / -3,15	90797	446839
5	3	1	0,000	t.h.v. Overgauwseweg 76,2641NG, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -3,35 / -3,15	89600	446869
2	2	1	0,420	Zuidweg 14, 2641NK, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -3,35 / -3,15	89920	446663

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	vast peil	peilen	X	Y
5	3	1	0,000	t.h.v. Abtswoude 48, 2636EE, Schipluiden	0,00	zp -3,06 / wp -3,16	83528	443252
2	2	2	31,980	Schieweg 160, 2627AS, Delft	0,00	zp -2,82 / wp -2,92	85999	443531
5	3	1	2,000	t.h.v. Abtswoude 48, 2636EE, Schipluiden	0,00	zp -2,82 / wp -2,92	84144	443301
3	2	2	52,980	Kandelaarweg 108, 3047EW, Rotterdam	0,00	zp -3,27 / wp -3,32	86876	441581
98	2	1	0,000	t.h.v. de Visserlaan 6, 2641VL, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -3,27 / wp -3,32	86735	440791
2	2	1	0,000	t.h.v. Sportlaan 3, 2641AZ, Pijnacker	-3,10	-3,10	88397	448666
4	2	1	58,020	Rijkskade 6, 2641NA, Pijnacker-Nootdorp	-3,10	-3,10	88649	448239
5	3	1	0,000	thv Katwijkerlaan 17, 2641PC, Pijnacker-Nootdorp	-5,52	-5,52	90210	449817
1	2	1	18,000	t.h.v. Katwijkerlaan 27, 2641PC, Pijnacker-Nootdorp	-5,52	-5,52	90523	450320
99	2	1	0,000	Noordweg 97(370m Z), 2641ZA, Pijnacker	-5,52	-5,52	88721	449279
4	2	1	52,980	Thorbeckelaan 3, 2641WB, Pijnacker-Nootdorp	-5,52	-5,52	89061	449225
2	2	1	0,000	t.h.v. Sportlaan 2, 2641AZ, Pijnacker-Nootdorp	-5,52	-5,52	88691	449152
5	3	1	0,000	Katwijkerlaan 11, 2641PC, Pijnacker-Nootdorp	-5,52	-5,52	89916	449708
5	3	1	0,000	thv Nieuwkoopseweg 26, 2641PB, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -5,15 / -5,45	89779	450013
3	2	1	0,000	thv Nieuwkoopseweg 61, 2641PB, Pijnacker-Nootdorp	0,00	flex -5,15 / -5,45	89265	450438
98	2	1	0,000	Zouteveenseweg 24, 2636EH, Midden-Delfland	-3,42	-3,42	81920	442067
98	2	1	0,000	Veldvreugd 49a, 2636BC, Midden-Delfland	-3,42	-3,42	81103	443009
98	2	1	0,000	Zouteveenseweg 16, 2636EH, Midden-Delfland	-3,42	-3,42	81471	442353
98	2	1	0,000	Katwijkerlaan 115, 2641PE, Pijnacker-Nootdorp	-5,90	-5,90	91766	450521
99	2	1	0,600	to D. Huijserstr. 48, 2265BM, Leidschendam-Voorburg	-0,70	-0,70	86794	455096
98	2	1	0,000		-0,70	-0,70	86843	455334
98	2	1	0,000		-1,00	-1,00	86900	455166
98	2	1	0,000	Overgauwseweg 1, 2641NC, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	88742	448027
1	2	1	19,500	Overgauwseweg 79, 2641ND, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	89155	447000
98	2	1	0,000	t.o. Hagevel 5, 2641RB, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	90697	448056
98	1	1	0,000	t.o. Monnikenweg 10, 2641PZ, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	90231	448278
98	2	1	0,000	Hageveld 2, 2641RB, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	90601	448309
4	2	2	90,000	Overgauwseweg 1, 2641NC, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	88742	448028
4	2	1	34,980	Molenlaan 8, 2641PR, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	91081	449494
99	2	1	4,980	t.o. Corry Vonklaan 1, 2642BP, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	90325	448129
98	2	1	0,000	Klapwijkseweg 71, 2641RA, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	89984	448074
98	2	1	0,000	Boomgaard 7, 2641BH, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	89083	448525
2	2	1	0,000	Lange Campen 11, 2641KN, Pijnacker-Nootdorp	-2,70	-2,70	90609	448987
5	3	1	0,000	t.h.v. Molenlaan 8, 2641PR, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -5,30 / wp -5,40	91080	449594
98	2	1	0,000	Reesloot 16, 2641PM, Pijnacker-Nootdorp	0,00	zp -5,30 / wp -5,40	90285	449658
99	2	1	0,000	t.o. Monnikenlaan 4, 2671NE, Westland	-1,02	-1,02	74427	444018
98	2	1	0,000	t.h.v. Veilingweg 1, 2678SR, Westland	-1,85	-1,85	77224	444539
98	2	2	62,000	t.h.v. Laan van Adrichem, 2678CZ, Westland	-1,85	-1,85	77682	444344
98	1	1	40,020	Laan van Adrichem 30, 2678CZ, De Lier	-1,85	-1,85	78166	444211
98	2	1	30,000	t.h.v. Dorpstraat 33, 2636AX, Midden-Delfland	-3,32	-3,32	81517	444097
2	2	1	300,000	t.h.v. Abtsrechtseweg 1, 2636HX, Midden-Delfland	-3,32	-3,32	82107	443876
5	3	1	0,000	t.h.v. Abtswoude 64, 2636EE, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	84202	442260
3	2	2	0,000	Vlaardingsekade 59, 2636BD, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	81717	440394
98	3	1	0,000	t.h.v. Oostveenseweg 9, 2636EC, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	83226	441872
98	3	1	0,000	t.h.v. Vroonweerseweg 18, 3137KB, Vlaardingen	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	82600	440168
98	3	1	0,000		0,00	zp -3,42 / wp -3,52	83354	440216
98	2	1	0,000	Zouteveenseweg 45, 2636EG, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	82459	441703
98	2	1	0,000	Zouteveenseweg 32, 2636EH, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	82076	441246
98	2	1	109,980	Verwijderd	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	81695	440440
98	2	1	0,000	Oostveenseweg 13, 2636EC, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	83842	441275
98	2	1	0,000	t.h.v. Oostveenseweg 19, 2636EC, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	84003	442011
98	2	1	0,000	Oostveenseweg 9, 2636EC, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	83367	441514
98	2	1	0,000	t.h.v. Oostveenseweg 10, 2636ED, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	83438	441127
98	2	1	0,000	t.h.v. Oostveenseweg 7b, 2636EC, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	83315	441163
42	2	1	0,000	t.o. Abtswoude 24, 2636EE, Midden-Delfland	0,00	zp -3,42 / wp -3,52	84422	442545
98	3	1	0,000	t.h.v. Zouteveenseweg 23, 2636EG, Midden Delfland	0,00	flex -3,34 / -3,14	82623	442711
3	2	1	0,000	t.h.v. Zouteveenseweg 23, 2636EG, Midden Delfland	0,00	flex -3,34 / -3,14	82597	442591
98	2	1	0,000	t.h.v. Zuidbuurt 20, 3141EM, Maassluis	0,00	zp -2,46 / wp -2,57	78694	436821
3	2	1	35,000	Zuidbuurt 20, 3132KB, Vlaardingen	0,00	zp -2,46 / wp -2,57	79282	437028
5	3	1	0,000	Zuidbuurt 71, 3132KB, Vlaardingen	0,00	zp -2,46 / wp -2,57	79428	436946
98	3	1	0,000	t.h.v. Zuidbuurt 42, 3132KB, Vlaardingen	0,00	zp -2,46 / wp -2,57	79925	436504
98	3	1	0,000	t.h.v. Maassluisdijk 192, 3133KB, Vlaardingen	0,00	zp -2,46 / wp -2,57	80247	435858
98	2	1	0,000	t.h.v. Korflaan 3, 2616LJ, Delft	-2,14	-2,14	85393	448124
99	2	2	38,400	Korftlaan 1a, 2616LJ, Delft	-2,14	-2,14	85462	447987
98	2	1	0,000	t.h.v. Korflaan 3, 2616LJ, Delft	-2,14	-2,14	85523	448053
1	2	2	4,800	Houtpad 1, 2616LP, Delft	0,00	flex -3,70 / -4,20	85868	448500
98	2	1	0,000	t.h.v. Prins Alexanderlaan 1, 3136AA, Vlaardingen	0,00		82948	438134
98	2	1	0,000	Plein 1940 43, 3135PR, Vlaardingen	0,00		83855	436707
98	2	1	0,000	Arij koplaan 3a, 3132AA, Vlaardingen	0,00		81512	435520

opvoerwerktuig	aandrijving	pompen	Max. Cap.	Adres	vast peil	peilen	X	Y
99	2	1	0,000	Oceanpad 21, 2614XA, Delft	0,00		83046	447117
98	2	1	0,000	Klaas Engelbrechtseweg 1, 2636DM, Midden-Delfland	0,00		81620	445117
3	2	1	0,000	t.h.v. Aletta Jacobskade 67, 3137TG, Vlaardingen	0,00		82670	439021
99	2	1	0,000	Volkerak 2, 2641SW, Pijnacker-Nootdorp	0,00		89980	447159
2	2	1	5,100	t.h.v. Oude Bovendijk 225, 3046NL, Rotterdam	0,00		89477	442541
5	3	1	0,000	thv Rijksstraatweg 12, 2645BS, Pijnacker-Nootdorp	0,00		87118	444472
98	2	1	0,000	t.h.v. Sionsweg 76, 2286KN, Rijswijk	0,00		82029	448301
98	2	1	0,000	Verwijderd	0,00		82221	448320
2	2	1	11,580	t.o. Munnikenweg 16, 2651LZ, Lansingerland	0,00		93488	449594
99	2	2	7,620	t.h.v. Watersportweg 98,3138HD, Vlaardingen	0,00		81801	439389
4	2	2	3,300	thv Laan van Meerdervoort 1631, 2555BS, Den Haag	0,00		75885	453628
4	2	1	1,320	t.o. Mr P D Fortuinweg 3, 2533SR, Den Haag	0,00		79903	452804
99	2	2	7,020	t.h.v. Westerduinlaan 7, 2681RK, Westland	0,00		70805	449145
99	2	1	3,600	Sportring 8, 2616LK, Delft	0,00		85288	449306
99	2	1	3,000	Verwijderd	0,00		89226	438260
99	2	2	10,020	t.h.v. Gordelweg 270, Rotterdam	0,00		90671	438631
99	2	2	54,000	Achterdijk 4, 3035NX, Rotterdam	0,00		89480	439588
1	2	1	19,980	Noorderlaan, Rotterdam	0,00		89349	440262
4	2	1	0,000	Scherpendrechtseweg, Rotterdam	0,00		91104	439534
4	2	2	1800,000	Vlaardingsedijk 8, 3143LN, Maassluis	0,00		77357	436796
2	2	2	240,000	Krabbeweg 1, Oostvoorne	0,00		69775	438562
1	2	1	79,980	Bovenvaart 1, 2651KP, Lansingerland	0,00		90504	445407
98	2	1	0,000	Noordeindseweg 11, 2651LD, Lansingerland	0,00		92814	446499
98	2	1	0,000		0,00		90240	443723
98	2	1	0,000	t.o. Obrechtstraat 50, 2625XN, Delft	0,00		83684	445691
98	2	1	0,000	t.h.v. Laan van Adrichem, 2678CZ, Westland	0,00		77503	444164
98	2	1	0,000	Vreeburchlaan 14, 2678SR, Westland	0,00		77479	444186
98	2	1	1,680	Wouterseweg 10, 2691PR, Westland	0,00		71244	445350
3	2	1	42,000	Zuidbuurt 55, 3132KA, Vlaardingen	0,00		79322	437067
98	99	1	0,000	t.h.v. Zuidbuurt 77, 3132KA, Vlaardingen	0,00		79909	436786
98	3	1	0,000	t.h.v. Broekpolderweg 3, 3155EP, Midden-Delfland	0,00		79864	438099
98	99	1	0,000	t.h.v. Broekpolderweg 3, 3155EP, Midden-Delfland	0,00		79987	437917
98	99	1	0,000	t.h.v. Broekpolderweg 3, 3155EP, Midden-Delfland	0,00		79997	437960
98	3	1	0,000	t.h.v. Commandeurskade 44a, 3155AD, Midden-Delfland	0,00		78900	440527
3	2	1	0,000	t.h.v. Kwakelweg 10, 3155CC, Midden-Delfland	0,00		79472	440865
98	99	1	0,000	Gaagweg 38, 2636AK, Midden-Delfland	0,00		79951	442534
98	99	1	0,000	t.h.v. Broekpolderweg 16a, 3155EH, Midden-Delfland	0,00		79667	438584
98	3	1	0,000	t.h.v. Scheeweg 19a, 3155RP, Midden-Delfland	0,00		78275	442175
98	3	1	0,000	t.h.v. Scheeweg 2, 3155RP, Midden-Delfland	0,00		78226	441514
98	3	1	0,000	t.h.v. Scheeweg 2, 3155RP, Midden-Delfland	0,00		78344	441631
98	3	1	0,000	t.h.v. Oostgaag 29, 3155CD, Midden-Delfland	0,00		79017	441442
98	3	1	0,000	t.h.v. Oostgaag 29, 3155CD, Midden-Delfland	0,00		79899	441300
98	2	1	0,000	Zouteveenseweg 43a, 2636EG, Midden-Delfland	0,00		82422	441931
98	2	1	0,000	Zouteveenseweg 30, 2636EH, Midden-Delfland	0,00		81941	441646
98	2	2	4,980	t.o. 't Louwtje 3, 2691KR, Westland	0,00		69339	446622
98	3	1	0,000	t.h.v. van Wijklaan 10, 2636AV, Midden-Delfland	0,00		80009	444632
98	3	1	0,000	t.h.v. Rijksstraatweg 18a, 2636AX, Midden-Delfland	0,00		81073	444659
98	2	1	0,000	t.h.v. Woudseweg 180a, 2636AW, Midden-Delfland	0,00		79550	445677
98	2	1	0,000	t.h.v. Woudseweg 178a, 2636AW, Midden-Delfland	0,00		80092	446631
98	2	1	480,000	Rotterdamseweg 229, 2636KC Schipluiden	0,00		86576	442629
98	2	1	0,000	Buurtweg 32, Wassenaar	0,00		84270	459747
5	3	1	0,000	t.h.v. Foppenpolderpad 5, 3155AE, Midden-Delfland	0,00		80349	439293
5	3	1	0,000	t.h.v. Foppenpolderpad 5, 3155AE, Midden-Delfland	0,00		80193	439388
4	2	2	0,000	Watersportweg51, 3138HD, Vlaardingen	0,00		82124	439082
98	99	1	0,000	t.h.v. Watersportweg 98,3138HD, Vlaardingen	0,00		81806	439417
4	1	1	20,000	Verwijderd	0,00		82174	448397
3	2	1	0,000		0,00		72466	444135
98	2	1	0,000		0,00		88209	437158

In bijlage A1 is een inventarisatie weergegeven van de gemalen van het hoogheemraadschap van Delfland. Deze bijlage is een vereenvoudigde versie van de originele versie die niet was in te passen. Een aantal onderdelen van de oorspronkelijke inventarisatie zijn verwijderd die niet van toepassing waren voor dit onderzoek. Daarnaast zijn de verschillende onderdelen per kolom met een andere naam aangegeven die meer duidelijkheid schept over de verschillende factoren.

De inventarisatie uit bijlage A1 bestaat uit negen kolommen. Elke kolom geeft informatie over de verschillende gemalen.

1^{ste} kolom: Opvoerwerktuig

De eerste kolom geeft informatie over het soort opvoerwerktuig waarmee het water van een laag peilniveau naar een hoog peilniveau wordt gepompt. Dit opvoerwerktuig wordt aangedreven door een aandrijfwerktuig. Elke code staat voor een bepaald type opvoerwerktuig:

01	Vijzelgemaal
02	Schroef- of axiaalpom
03	Schroefcentrifugaal- of halfaxiaalpom
04	Centrifugaal- of radiaalpom
05	Windmolen
18	Watertransport naar onder andere rwzi
19	Effluentstroom
35	Slibstroomtransport
39	Sliblijn einde
40	Hoofdwaterstroom op de inrichting zonder gemaal
41	Effluentgemaal
42	Tussengemaal
50	Recirculatiestroom
51	Retourslibgemaal
55	Recirculatiegemaal
97	Eerste biologische trap in de slibstroom
98	Onbekend
99	Overig

2^{de} kolom: Aandrijfwerktuig

De tweede kolom geeft informatie over het soort aandrijving waar het opvoerwerktuig door wordt aangedreven. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van verschillende codes. Elke code staat voor een bepaald type aandrijfwerktuig;

01	diesel
02	electrisch
03	wind
04	zonne-energie
98	overig
99	Onbekend

3^{de} kolom: Pompen

De derde kolom geeft het aantal opvoerwerktuigen (pompen) weer die het gemaal heeft. De codes in deze kolom geven aan hoeveel pompen het gemaal heeft. Er kan verschil zijn tussen het vermogen in het geval er meer dan 1 pomp is gerealiseerd binnen het gemaal. Hierover is nauwelijks informatie bekend.

4^{de} kolom: Maximale Capaciteit

De vierde kolom geeft de maximale capaciteit weer die het gemaal kan verpompen per minuut. Als vuistregel kan hier ook het nominale debiet worden afgeleid. Het nominale debiet voor gemalen met een maximale capaciteit van 60 m³/minuut of kleiner is 0,5 van de maximale waarde. Voor gemalen met een grotere maximale capaciteit is de nominale waarde meer variabel bijvoorbeeld 0,25. Afhankelijk van het type opvoerwerktuig en aandrijfwerktuig kan er verschil van de vuistregel optreden zoals bijvoorbeeld het geval voor gemaal Eshofpolder is. Deze informatie is bemachtigd D. Ludikhuizen werknemer bij het hoogheemraadschap van Delfland.

5^{de} kolom: Adres

De vijfde kolom geeft het adres weer waar het gemaal is geïmplementeerd. Uit onderzoek naar de omgeving en potentiële afnemers van thermische energie blijkt dat dit adres niet altijd klopt en bovendien dat gemalen die in bijlage A1 en Bijlage B beiden voorkomen ook een verschil in adres kan zijn zowel in straatnaam als huisnummer.

6^{de} kolom: Vast peil

De zesde kolom geeft het vaste peil weer. Het hoogteverschil tussen dit peil en het peil van het Delflandse boezemsysteem (-0,43 NAP). De opvoerhoogte tussen bijvoorbeeld een polder en de boezem of vice versa (afhankelijk of het een hoge of lage polder is) is daarom het verschil ten aanzien van het peil van het Delflandse boezemsysteem. De opvoerhoogte kan soms groter zijn door bepaalde constructies zoals een duiker die onder een weg doorloopt. In dit soort situaties wordt een veiligheidsmarge ingebouwd zodat het water niet kan terugstromen wat als een ongewenste situatie wordt beschouwd.

7^{de} kolom: Peilen

De zevende kolom geeft het peil weer van een peilgebied. Dit peil kan seizoensafhankelijk zijn en dus variëren tussen de zomer en de winter. Deze fluctuatie is afhankelijk van de omgeving waardoor dit als wenselijk of juist als onwenselijk wordt ervaren.

8^{de} en 9^{de} kolom: X, Y coördinaten

De X en Y coördinaten geven een veel preciezere locatie aan dan de adresaanduiding. Met behulp van google earth is nagegaan of deze adressen juist zijn voor zowel de twee gemalen die nader zijn onderzocht als de 33 gemalen die als kansrijk zijn geselecteerd uit de oorspronkelijke inventarisatie in Bijlage A1.

**BIJLAGE B: GEDEELTELIJK OVERZICHT ENERGIEGEBRUIK CIVIELTECHNISCHE KUNSTWERKEN
HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DELFLAND.**

In de onderstaande tabel is het overzicht terug te vinden van 244 civieltechnische kunstwerken. Een gedeelte van deze inventarisatie van bestaat uit gemalen. Van een aanzienlijk deel van gemalen die in bijlage A zijn opgenomen is daarom geen energievraag bekend. Het totale energieverbruik uit deze tabel is 9.217.027 kWh. Een waarde die redelijk overeenkomt met de energievisie van het hoogheemraadschap. Het energieverbruik veroorzaakt door waterbeheer is ongeveer 26 TJ. (CQTeam, 2011) Dit komt redelijk overeen met de omgerekende waarde die uit tabel B1 kan worden berekend van ongeveer 33 TJ.

type	Plaats	adres	kWh
Pomp/gemaal	Naaldwijk	Burgemeester Elsenweg 4	7014
Pomp/gemaal	Naaldwijk	Lange Broekweg 53	61786
Pomp/gemaal	Maasdijk	Korte Kruisweg 169	1002
Pomp/gemaal	Maasdijk	Maasdijk 192	13786
Stuw	Maasdijk	Pettendijk 1	10356
Stuw	Maasdijk	Pettendijk 12	736
Pomp/gemaal	Honselersdijk	Mariendijk 39	675
Pomp/gemaal	Monster	Haagweg 8	2295
Pomp/gemaal	Monster	Molenweg 3	1452
Stuw	Poeldijk	Casembrootlaan 7	1868
Overige	Poeldijk	Nieuweweg 10	300
Pomp/gemaal	Poeldijk	Wenpad 9	19482
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Groeneweg 9	2195
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Groeneweg 70	3484
Overige	s-Gravenzande	Groeneweg 177	668
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Heenweg 19	6720
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Heenweg 98	522
Stuw	s-Gravenzande	Maasdijk 14	362
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Maasdijk 27	14747

Sluis	s-Gravenzande	Maasdijk 206	1387
Stuw	s-Gravenzande	Monsterseweg 62	1229
Stuw	s-Gravenzande	Monsterseweg 80	1011
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Naaldwijkseweg 346	158
Stuw	s-Gravenzande	Nieuwlandsedijk 5	358
Inlaat	s-Gravenzande	Noordlandselaan 8	1181
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Van Oosthuijzelaan 12	732
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Poelkade 18	7893
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Strandweg 15	17554
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Woutersweg 14	2386
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Zijdijk 4	11096
Pomp/gemaal	De Lier	Laan van Adrichem 32	7341
Inlaat	De Lier	Noordlierweg 10	321
Pomp/gemaal	De Lier	Sportlaan 1	16360
Stuw	Wateringen	Dorpskade 1	600
Pomp/gemaal	Wateringen	Markuslaan 16	3639
Stuw	Wateringen	Middenzwet 23	479
Pomp/gemaal	Maasland	Burgerweg 5	10423
Stuw	MAASLAND	Coldenhovelaan 1	584
Pomp/gemaal	Kwintsheul	Zwet 1	63273
Stuw	Maasland	Molenweg 11	937
Pomp/gemaal	Maasland	Commandeurskade 17	39823
Stuw	Schipluiden	Oostbuurtseweg 80	385
Stuw	De Lier / Schipluiden	Oostbuurtseweg 90	683
Pomp/gemaal	Maasland	Molenweg 1	36519
Pomp/gemaal	Den Hoorn ZH	Tramkade 16	10382
Stuw	De Lier / Schipluiden	Pastoor Verburghlaan 9	527
Stuw	De Lier / Schipluiden	Woudtzicht 19	329
Pomp/gemaal	Den Hoorn	Hoornsekade 50	9778
Pomp/gemaal	Den Hoorn	Lotsweg 15	26842

Pomp/gemaal	Den Hoorn	Rijksstraatweg 5	2931
Pomp/gemaal	Maasland	Oostgaag 23	117542
Pomp/gemaal	Schipluiden	Gaagweg 44	51434
Pomp/gemaal	Maasland	Foppenpolder 999	9474
Pomp/gemaal	Naaldwijk	Lange Broekweg 55	13258
Overige	Maasdijk	Pettendijk 998	0
Stuw	Naaldwijk	Hoge Noordweg 999	13619
Pomp/gemaal	Monster	Heijdsepad 5	0
Pomp/gemaal	Schipluiden	Rijksstraatweg 23	34446
Pomp/gemaal	S-GRAVENZANDE	t Louwtje 17	10071
Pomp/gemaal	Schipluiden	Woudseweg 186	35742
Pomp/gemaal	Kwintsheul	Mariendijk 115	4848
Pomp/gemaal	Den Hoorn	Woudselaan 43	11245
Stuw	De Lier	Veilingweg 24	784
Stuw	Maasdijk	Schenkeldijk 4	698
Pomp/gemaal	Kwintsheul	Hooghe Beer 5	328
Pomp/gemaal	Wateringen	Zwethkade noord 1	9191
Pomp/gemaal	Den Hoorn	Zwethkade Zuid 58	4471
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Groeneweg 71	13612
Stuw	s Gravenzande	Monsterseweg 147	438
Pomp/gemaal	Schipluiden	Vlaardingsekade 45	7976
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Maasdijk 71	1771
Stuw	Honselersdijk	Broekpolderlaan 23	388
Pomp/gemaal	De Lier	Burgemeester Crezeelaan 34	160870
Pomp/gemaal	Naaldwijk	Ambachtstraat 5	106928
Stuw	Den Hoorn	Noordhoornseweg 36	625
Stuw	s-Gravenzande	Noordlandseweg 27	757
Pomp/gemaal	Wateringen	Markuslaan 6	1806
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Bagijneland 27	10994
Stuw	Maasland	broekpolderweg 3	377

Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Koninging Julianaweg 162	407750
Stuw	De Lier	Burgerdijkseweg 18	551
Stuw	Maasdijk	Lange Kruisweg 56	2414
Stuw	Maasdijk	Tuindersweg 35	358
Stuw	De Lier	Oudecampsweg 41	838
Stuw	Schipluiden	Lotsweg 3	277
Stuw	De Lier	Scheeweg 31	349
Stuw	De Lier	Van Wijklaan 2	396
Stuw	De Lier	laan van koop 7	368
Pomp/gemaal	De Lier	Dorppolderweg 2	380
Stuw	Maasdijk	Honderdland 71	420
Stuw	s Gravenzande	monsterseweg 26	324
Stuw	NAALDWIJK	Galgeweg 80	294
Stuw	Honselersdijk	Middel Broekweg 47	361
Stuw	MONSTER	Landweg 19	3770
Pomp/gemaal	NAALDWIJK	Dijkweg 110	3839
Pomp/gemaal	S-GRAVENZANDE	Woutersweg 10	3770
Stuw	HONSELERSDIJK	Harteveldlaan 17	3770
Overige	NAALDWIJK	Vlietweg 22	3769
Stuw	NAALDWIJK	Lange Broekweg 62	3771
Stuw	NAALDWIJK	De Bruidsbogerd 5	3771
Pomp/gemaal	De Lier	Laan van Adrichem 999	32507
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Molenweg 72	62295
Stuw	Nootdorp	Oudeweg 100	1682
Stuw	Delft	Kantoorgracht 85	6279
Stuw	Delft	Achterom 61	1219
Stuw	Delft	Halsteeg 8	1087
Stuw	Berkel en Rodenrijs	Molenweg 123	983
Stuw	Delft	Oosterstraat 94	2205
Stuw	Delft	Geerboogerd 13	1071

Pomp/gemaal	Pijnacker	Corrie Vonklaan 1	4728
Stuw	Pijnacker	pieter bregmanlaan 17	3845
Pomp/gemaal	Nootdorp	Waddenzee 29	4281
Pomp/gemaal	SCHIPLUIDEN	Abtswoude 64	358
Stuw	DELFT	Mozartlaan 422	3670
Stuw	DELFT	Vulcanusweg 257	0
Pomp/gemaal	PIJNACKER	Overgauwseweg 76	0
Pomp/gemaal	Wateringen	Zwethkade 1	131126
Pomp/gemaal	Maasland	Duifpolder 998	31823
Pomp/gemaal	Maasland	Molenweide 2	147980
Pomp/gemaal	Pijnacker	Rijskade 999	36907
Pomp/gemaal	Pijnacker	Thorbeckelaan 3	34167
Pomp/gemaal	Pijnacker	Molenlaan 10	32235
Pomp/gemaal	Delft	Korftlaan 1	3320
Pomp/gemaal	Delfgauw	Rijksstraatweg 0	7478
Pomp/gemaal	Delft	Rotterdamseweg 99	0
Pomp/gemaal	Pijnacker	Noordweg 0	1225
Pomp/gemaal	PIJNACKER	Nootdorpseweg 9	3659
Overige	Pijnacker	Zuidweg 0	5916
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Molenweg 999	2176
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Munnikenweg 14	1727
Inlaat	Berkel en Rodenrijs	Noordeindseweg 127	401
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Rodenrijseweg 497	15668
Pomp/gemaal	Schipluiden	Rotterdamseweg 229	3045
Pomp/gemaal	Delft	Schieweg 160	53235
Pomp/gemaal	Delft	Zwethkade 1	0
Pomp/gemaal	Nootdorp	Roeleveenseweg 0	0
Pomp/gemaal	Pijnacker	Katwijkerlaan 33	3865
Pomp/gemaal	Pijnacker	Keulseweg 9999	4119
Pomp/gemaal	Pijnacker	Oude leedeweg 48	15882

Pomp/gemaal	Pijnacker	Overgauwseweg 66	2964
Pomp/gemaal	Delfgauw	Delftsestraatweg 89	7301
Pomp/gemaal	Delfgauw	Noordeindseweg 76	22911
Pomp/gemaal	Delft	Kalverbos 24	27742
Pomp/gemaal	Delft	Rotterdamseweg 227	20416
Stuw	Delfgauw	Dijkgraafstraat 0	822
Stuw	Delft	Hoflaan 10	3019
Pomp/gemaal	Schipluiden	Tramkade 998	26627
Pomp/gemaal	Maasdijk	Willem III straat 3	2427
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Oranjedijk 8	72893
Pomp/gemaal	VLAARDINGEN	Watersportweg 550	91270
Pomp/gemaal	Maasdijk	Willem III straat 1	60713
Gebouw/Kantoor	Den Haag	Hoek van Hollandlaan 15	86711
Pomp/gemaal	Honselersdijk	Achter de Bergen 998	52161
Stuw	Berkel en Rodenrijs	Molenweg 123	17842
Pomp/gemaal	Den Haag	Sylvain Poonstraat 23	32595
Pomp/gemaal	Rotterdam	Zwethkade 28	0
Pomp/gemaal	Hoek van Holland	Nieuw Oranjekanaal 81	492
Pomp/gemaal	Rijswijk	Molenwetering 4	7000
Pomp/gemaal	Hoek van Holland	Zeebouwerpad 23	2034
Pomp/gemaal	Hoek van Holland	Kapittelland 46	25030
Stuw	VLAARDINGEN	Westlandseweg 180	3540
Stuw	VLAARDINGEN	Taanderijstraat 25	3540
Pomp/gemaal	Naaldwijk	Zuidweg 43	70260
Pomp/gemaal	Rijswijk	Laan van Hoornwijk 1	81606
Pomp/gemaal	Rotterdam	Kandelaarweg 110	37991
Pomp/gemaal	Vlaardingen	Watersportweg 71	75156
Woonhuis	Rotterdam	Delftweg 220	65229
Pomp/gemaal	Vlaardingen	Oosthavenkade 85	91224
Pomp/gemaal	Vlaardingen	Zuidbuurt 24	35041

Pomp/gemaal	Schipluiden	Vlaardingsekade 59	93332
Pomp/gemaal	Voorburg	Van woudekade 27	0
Pomp/gemaal	Den Haag	Trekweg 102	3803
Pomp/gemaal	Den Haag	Loevesteinlaan 883	51001
Pomp/gemaal	Den Haag	Zichtenburglaan 28	35041
Pomp/gemaal	Monster	s-Gravenzandseweg 11	330710
Pomp/gemaal	ROTTERDAM	Willem Buytewechstraat 33	5525
Pomp/gemaal	Vlaardingen	Zuidbuurt nabij 40	1546
Overige	Maassluis	Vlaardingsedijk 14	0
Pomp/gemaal	Vlaardingen	Watersportweg 71	61000
Woonhuis	Hoek van Holland	Nw Oranjekanaal 115	542
Pomp/gemaal	Rotterdam	Vliststraat 50	5556
Pomp/gemaal	Rotterdam	Oude Bovendijk 1	8849
Pomp/gemaal	Rotterdam	Tjalklaan hoek Spaanseweg 90	3853
Pomp/gemaal	Maassluis	Wipperskade 1	6544
Stuw	Hoek van Holland	Dwarshaak 40	298
Stuw	Hoek van Holland	Haakweg bij 1	208
Pomp/gemaal	Hoek van Holland	Nieuwlandse Molenpad 999	9575
Pomp/gemaal	Hoek van Holland	Nieuwlandse molenpad 52	10147
Pomp/gemaal	Maassluis	Wip 1	0
Sluis	Maassluis	Burg de Jonghkade 8	109613
Woonhuis	Hoek van Holland	Nieuw Oranjekanaal 115	1432
Pomp/gemaal	Vlaardingen	Kortedijk 133	9930
Woonhuis	Maassluis	Hoogstraat 13	5670
Pomp/gemaal	Den Haag	Beeklaan 535	3345
Pomp/gemaal	Den Haag	Oorberlaan 23	23250
Pomp/gemaal	Rijswijk	Julialaantje 156	36507
Overige	Den Haag	Nieuweweg hoek Lozerlaan 0	1220
Pomp/gemaal	s-Gravenhage	Beeklaan 447	17347
Pomp/gemaal	Den Haag	Bezuidenhoutseweg 423	11018

Woonhuis	Rijswijk	Molenwetering 4	2178
Woonhuis	Rijswijk	Snijplaan 4	733
Pomp/gemaal	Rijswijk	Molenwetering 6	2280
Pomp/gemaal	Rijswijk	Jaagpad 0	10816
Pomp/gemaal	Rijswijk	Jaagpad 6	699
Molen	Rijswijk	Molenwetering 2	6586
Stuw	S-GRAVENHAGE	Veenweg 1	0
Pomp/gemaal	Rijswijk	Zuiderweg 9999	15310
Overige	Voorburg	Prinses Mariannelaan 0	245
Pomp/gemaal	Rijswijk	Snijplaan 6	2712
Pomp/gemaal	Leidschendam	Sluiskant 0	68
Pomp/gemaal	Leidschendam	Sluiskant 0	1500
Woonhuis	Voorburg	Van Woudekade 27	5770
Stuw	Den Haag	Brasserkade 243	856
Stuw	Den Haag	Rijswijkse Landingsbaan 452	753
Stuw	s-Gravenhage	De Mok 27	1633
Stuw	Den Hoorn	Wippolderlaan 7	31329
Pomp/gemaal	Schiedam	Geervlietsestraat 46	0
Pomp/gemaal	Schiedam	Fokkerstraat 500	41103
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Bastille 10	172366
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Klapwijkseweg hoek Meerweg 0	86797
Gebouw/Kantoor	Delft	Delftechpark 23	107762
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Noordeindseweg 196	77565
Gebouw/Kantoor	Delft	Phoenixstraat 32	257842
Pomp/gemaal	Delft	Rotterdamseweg 187	51699
Pomp/gemaal	Pijnacker	Overgawseweg 1	63485
Pomp/gemaal	Berkel en Rodenrijs	Bovenvaart 999	26721
Pomp/gemaal	Brielle	Krabbeweg 11	258410
Pomp/gemaal	Vlaardingen	Maassluisdijk 1	345418
Pomp/gemaal	Maassluis	Vlaardingsdijk 14	345418

Pomp/gemaal	Maassluis	Merellaan 939	345418
Pomp/gemaal	Leidschendam	Sluiskant 999	1059
Zuiveringsinstallatie	Vlaardingen	Maassluissedijk 175	345418
Pomp/gemaal	Hoek van Holland	Nw Oranjekanaal 121	220400
Pomp/gemaal	s-Gravenzande	Bonnenpad 0	257842
Overige	Den Haag	Neherkade 2990	257842
Pomp/gemaal	Rotterdam	W Buytewechstraat 35	302440
Pomp/gemaal	Maassluis	Vlaardingsedijk 8	440280
Zuiveringsinstallatie	Hoek van Holland	Kulkweg 100	257842
Pomp/gemaal	Hoek van Holland	Zekkenweg 110	35132
Pomp/gemaal	Den Haag	Kranenburgweg 60	216640
Pomp/gemaal	Leidschendam	Broekweg 140	134999
Pomp/gemaal	Schiedam	Geervlietsestraat 50	94379
Pomp/gemaal	Schiedam	Schiedamseweg 210	345418
Pomp/gemaal	Schiedam	Schiekade 0	57560

BIJLAGE C: INVENTARISATIE KANSRIJKE GEMALEN

Vanuit de aangeleverde gegevens vanuit het hoogheemraadschap van Delfland in bijlage A en bijlage

B is een selectie gemaakt op basis van de gestelde randvoorwaarden voor gemalen die kansrijk worden geacht op basis van de randvoorwaarden zoals die gesteld zijn voor gemalen.

Indien deze gegevens niet (geheel) juist blijken veranderd dit mogelijk ook de kansrijkheid van gemalen. De randvoorwaarden die opgesteld zijn binnen dit onderzoek kunnen ook gebruikt (en aangepast worden indien wenselijk) om de kansrijkheid van gemalen in eigendom van andere waterschappen of private of publieke instanties te onderzoeken. Door middel van het veranderen van de randvoorwaarden kan bovendien ook een nieuwe selectie worden gemaakt uit de gemalen die in bijlage A en B zijn opgenomen.

Max. Cap.	Adres	Gemaal	X	Y	Gebied
90,000	Nieuwlandse Molenpad 52, 3151XH, Rotterdam	Nieuwlandse molen	69910	444749	glastuinbouw
200,000	Zekkenweg 100, 3151ZC, Rotterdam	Hoofdgemaal van Nieuwland en Noordland	69384	443273	woonwijk
36,000	Oorberlaan 102, 2553EP, Den Haag	Gemaal van de Oostmadepolder	74340	450371	glastuinbouw
42,000	Oosteinde 86, 2548AN, Den Haag	Gemaal van de Wippolder (ZUID)	79954	449500	woonwijk
90,000	Fokkerstraat 500, 3125BE, Schiedam	Gemaal van de Poldervaartpolder	86932	438576	bedrijfsterrein
72,000	Lange Broekweg 53, 2671DW, Naaldwijk	Gemaal van de Vlietpolder	76538	445344	glastuinbouw
35,000	Bezuidenhoutseweg 423, 2594AS, Den Haag	Gemaal Mariahoeve	83472	456367	woonwijk
31,980	t.h.v. Broekpolderlaan 10, 2675LJ, Westland	Gemaal Strijp	76526	445395	glastuinbouw
63,000	Zwet 13, 2295KZ, Westland	Gemaal ONB polder Zweth	78569	446314	glastuinbouw
72,000	Zwetkade Noord 1, 2291HZ, Westland	Gemaal Oud- en Nieuw- Wateringveldsche Pld	80741	447866	woonwijk, glastuinbouw
30,000	Delftsestraatweg 89, 2645AA, Pijnacker-Nootdorp	Gemaal van de Noordpolder van Delfgauw	87071	447362	woonwijk, glastuinbouw
708,000	Houtrustweg 127, 2566HA, Den Haag	Gemaal Drs. P.H. Schoute	78224	456351	woonwijk, glastuinbouw
498,000	Geervlietsestraat 50, 3114VH, Schiedam	Schiegemaal	86995	435551	woonwijk, bedrijfsterrein
1200,000	Willem Buytewechstraat 33, 3024BK, Rotterdam	Gemaal Parksluizen	91368	435944	hoogstedelijk
468,000	t.h.v. Sluiskant 7, 2265AA, Leidschendam-Voorburg	Inlaagemaal Mr. Dr. Th. F.J.A. Dolk	87084	455088	woonwijk(deels flats)
100,000	Kalverbos 24, 2611XW, Delft	Gemaal Delft	83871	448087	woonwijk, bedrijfsterrein
120,000	Erasmusweg 837, 2533BW, Den Haag	Gemaal Eshofpolder	79605	451313	woonwijk (enkel flats)
312,000	Zichtenburglaan 6, 2544EB, Den Haag	Gemaal 't Westambacht	77003	451796	woonwijk, bedrijfsterrein
58,020	Broekweg 140, 2266LK, Leidschendam-Voorburg		86534	454382	woonwijk, bedrijfsterrein
47,000	Sportlaan 3, 2678VG, Westland	Gemaal van de Hoefpolder	76576	443388	woonwijk, glastuinbouw
73,980	Van Woudekade 27, 2274KC, Leidschendam-Voorburg	Gemaal van de Veen- en Brinckhorstpolder	84392	454220	woonwijk
30,000	t.h.v. Laan van Kans 9, 2496VB, Den Haag	Gemaal van de Polder Ypenburg	84453	451350	utiliteit
139,980	Rotterdamseweg 187, 2629HD, Delft	Gemaal van de Zuidpolder van Delfgauw	85683	444518	bedrijfsterrein
72,000	Rotterdamseweg 1200, 2628BT, Delft	Gemaal van de Zuidpolder van Delfgauw (Noord West)	85266	445730	bedrijfsterrein
34,980	t.h.v. Frederik van Eedenlaan, 2624VJ, Delft	Gemaal van de Lage Abtswoudschepolder	84731	445229	woonwijk(deels flats)
58,020	Rijkskade 6, 2641NA, Pijnacker-Nootdorp	Hoofdgemaal Nieuwe of Drooggemaakte Polder	88649	448239	glastuinbouw
52,980	Thorbeckelaan 3, 2641WB, Pijnacker-Nootdorp	Gemaal van de Nieuwe of Drooggemaakte Polder	89061	449225	woonwijk
90,000	Overgauwseweg 1, 2641NC, Pijnacker-Nootdorp	Gemaal van de Oude Polder van Pijnacker	88742	448028	glastuinbouw
34,980	Molenlaan 8, 2641PR, Pijnacker-Nootdorp	Gemaal Droogmaking Oude Polder van Pijnacker	91081	449494	glastuinbouw
30,000	t.h.v. Dorpsstraat 33, 2636AX, Midden-Delfland	Gemaal van de Kerkpolder (Zuid)	81517	444097	woonwijk
38,400	Korftlaan 1a, 2616LJ, Delft	Gemaal Bieslandse Bovenpolder	85462	447987	woonwijk
54,000	Achterdijk 4, 3035NX, Rotterdam	Achterdijk, bovenpld. & droogmakerij	89480	439588	woonwijk
1800,000	Vlaardingsedijk 8, 3143LN, Maassluis	Gemaal Mr. Dr. C. P. Zaaijer	77357	436796	woonwijk, bedrijfsterrein

Toelichting. Binnen deze selectie is geen rekening gehouden met de visvriendelijkheid van een gemaal. Deze visvriendelijkheid wordt door een tweetal factoren bepaald namelijk het opvoerwerktuig en aan- of afwezigheid van een vissentrap. Een vijzel is relatief visvriendelijk andere opvoerwerktuigen zijn aanmerkelijk minder visvriendelijk. Is sommige gemalen is een vissentrap opgenomen welke een parallelle route voor de vissen en andere fauna mogelijk maakt. Dit soort constructies zijn echter kostbaar. Een gemaal dat als visvriendelijk wordt aangemerkt is het boezemgemaal Schiegemaal aan de Geervlietsestraat 50 in Rotterdam.

Omgeving gemalen

Veel gemalen bevinden zich in een landelijke gebied waardoor er geen directe warmte- of koudevraag valt te verwachten. Dit is veruit de meest beperkende factor voor gemalen om in aanmerking te komen voor het onttrekken van thermische energie middels een warmtewisselaar. De eis dat een gemaal zich in de omgeving moet bevinden van een gebied met een warmte of koudevraag is van essentieel belang. Immers als er geen vraag bestaat is het ook niet nodig om aanbod te creëren. Hiernaast geldt dat de kosten voor het aanleggen van een warmtenet aanzienlijk zijn waardoor de kans op een rendabel project verkleind wordt naarmate de afstand vergroot wordt tot potentiële afnemers van warmte of koude.

Inmalen/opmalen

Gemalen malen ofwel op ofwel in. In beide gevallen wordt water van een lager gebied naar een hoger gebied gepompt. Gebeurt dit andersom dan wordt gebruik gemaakt van vrij verval en waardoor stroming van een hoger punt naar een lager punt optreedt om een balans te creëren.

Gemalen die inmalen doen dit vanuit het Delflandse boezemsysteem naar hoger gelegen polders dan deze boezem die op een vast niveau van (-0,43 NAP) wordt gehouden. Gemalen die opmalen doen dit vanuit lager gelegen polders naar de boezem, of vanuit de boezem naar primaire waterlopen zoals de Nieuwe Waterweg of de Noordzee.

BIJLAGE D: NEERSLAGPROTOCOL HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DELFLAND

Als er veel neerslag valt, pompen de gemalen het water weg. Bij droogte pompt Delfland juist water het gebied in om het juiste peil in de sloten en kanalen te behouden.

Delfland krijgt weersverwachtingen door van Meteo Consult. Als er veel neerslag wordt verwacht, verlaagt Delfland het waterpeil. Dit gebeurt aan de hand van een zogenoemd neerslagprotocol.

Protocol	Verwachte neerslag	Boezem streefpeil	Binnenstad Delft verlagen?	Ingreep polders
-	minder dan 25 mm neerslag	43 cm onder NAP*	nee	Normaal peil
A	meer dan of gelijk aan 25 mm neerslag	48 cm onder NAP*	nee	Aandachtspolders <i>direct</i> naar verlaagd peil
B	meer dan of gelijk aan 40 mm neerslag	53 cm onder NAP*	Ja, naar 63 cm onder NAP*	Alle polders <i>direct</i> naar verlaagd peil
C	meer dan of gelijk aan 50 mm neerslag	58 cm onder NAP*	Ja, naar 63 cm onder NAP*	Alle polders <i>direct</i> naar verlaagd peil

* Normaal Amsterdams Peil is de gemiddelde zomervloedhoogte op het IJ in Amsterdam, zoals het was in de tijd rond 1683. Deze zomervloedhoogte geldt nog steeds als referentievlak voor Nederland.

Lokaal verwachte of al gevallen grotere neerslaghoeveelheden (onweersbuien) kunnen voor de peilbeheerder aanleiding zijn om voormalacties uit te voeren. De peilbeheerder kan, op grond van ervaring en specifieke omstandigheden, besluiten om een andere maatregel te nemen dan het protocol voorschrijft.

Aandachtspolders

Een aantal polders in het gebied is een zogenoemde aandachtspolder. Dit is een polder waar een behoorlijke hoeveelheid neerslag al snel voor wateroverlast zorgt. Als Delfland veel neerslag verwacht, wordt het waterpeil van deze polders eerder verlaagd dan van andere polders.

Afstand peilgebieden

De afstand tussen peilgebieden en dus of het gemaal gebruik maakt van een directe verbinding of een persleiding is niet bekend uit de inventarisatie. Slechts van twee gemalen is deze informatie gegeven.

BIJLAGE E: TEMPERATUREN OPPERVLAKTEWATER

In de onderstaande tabellen is de gemiddelde temperatuur over het oppervlaktewater van het hoogheemraadschap van Delfland over drie locaties verspreid over het gebied in kaart gebracht. Per gebied is het gemiddelde berekend over de meetjaren 2008 tot 2012 waarna deze gemiddeldes per locaties tot een gemiddelde is berekend voor de gehele regio. De metingen van de onderstaande locaties hebben steeds plaatsgevonden met maximaal tien dagen verschil per maand van de verschillende maanden over de vijf meetjaren.

Verversingskanaal, Den Haag						
	2008	2009	2010	2011	2012	gemiddeld
Januari	4,7	3,1	2,1	3,1	7,0	4,0
februari	5,2	2,7	2,2	6,0	0,5	3,3
Maart	8,4	7,9	6,4	4,7	8,5	7,2
April	8,8	8,6	11,1	13,6	12,5	10,9
Mei	19,1	15,6	11,9	16,7	15,0	15,6
Juni	18,3	20,2	17,9	19,6	15,0	18,2
Juli	22,7	23,0	18,5	19,9	17,5	20,3
Augustus	19,7	21,3	20,7	18,5	22,0	20,4
September	22,6	22,3	16,3	19,5	20,5	20,2
Oktober	13,6	16,8	15,9	20,5	14,5	16,3
November	9,8	13,6	11,3	14,5	9,5	11,7
December	6,7	8,3	2,6	7,0	6,5	6,2

Tabel E1 Overzicht temperatuur oppervlaktewater Verversingskanaal, Den Haag over Meetjaren 2008 tot 2012, (bron: hoogheemraadschap van Delfland)

Haagsche Vliet, Leidschendam						
	2008	2009	2010	2011	2012	gemiddeld
Januari	5,0	1,0	0,9	2,5	6,2	3,1
februari	5,6	1,5	1,6	6,0	0,1	2,9
Maart	6,9	6,4	4,9	4,6	4,1	5,4
April	9,0	9,8	11,9	13,2	10,0	10,8
Mei	20,7	13,1	12,4	16,9	14,5	15,5
Juni	21,7	17,7	17,4	20,0	15,0	18,4
Juli	20,6	23,8	23,0	21,0	18,0	21,3
Augustus	19,1	21,8	19,4	17,0	21,5	19,8
September	17,1	18,5	16,7	18,0	20,0	18,1
Oktober	13,9	14,8	10,5	15,8	9,9	13,0
November	9,3	11,6	10,8	13,1	9,0	10,8
December	5,2	7,2	2,0	6,1	5,9	5,3

Tabel E2 Overzicht temperatuur oppervlaktewater Haagsche Vliet, Leidschendam over Meetjaren 2008 tot 2012, (bron: hoogheemraadschap van Delfland)

Schie Kruithuisweg, Delft						
	2008	2009	2010	2011	2012	gemiddeld
Januari	4,2	0,8	0,2	2,6	7,5	3,1
februari	4,7	1,4	1,2	6,4	0,0	2,7
Maart	7,1	6,2	5,2	8,5	8,0	7,0
April	8,8	9,0	10,5	13,7	12,0	10,8
Mei	17,8	15,4	13,1	18,9	14,5	15,9
Juni	19,5	18,5	17,6	17,5	17,0	18,0
Juli	22,0	23,8	24,0	19,1	21,5	22,1
Augustus	22,7	22,4	21,3	20,4	21,0	21,6
September	17,8	19,5	16,7	20,0	20,0	18,8
Oktober	12,3	15,2	15,9	16,5	15,0	15,0
November	8,1	10,8	9,9	8,5	8,0	9,1
December	3,4	6,5	0,8	6,5	5,0	4,4

Tabel E3 Overzicht temperatuur oppervlaktewater Schie ten hoogte van de Kruithuisweg, Delft over meetjaren 2008 tot 2012, (bron: hoogheemraadschap van Delfland)

Gemiddelde temperatuur oppervlaktewater 2008 - 2012 hoogheemraadschap van Delfland	
januari	3,4
februari	3,0
Maart	6,5
April	10,8
Mei	15,7
Juni	18,2
Juli	21,2
Augustus	20,6
September	19,0
Oktober	14,7
November	10,5
December	5,3

Tabel E4 Overzicht temperatuur oppervlaktewater gemiddelde temperatuur oppervlaktewater hoogheemraadschap van Delfland over meetjaren 2008 tot 2012, (bron: hoogheemraadschap van Delfland)

Frank Keijzer & Joep de Koning

Kees de Rooij (achtergrond)

De Grote Lucht, Vlaardingen

21 maart 2014

In dit interview zijn vragen gesteld om meer informatie te bemachtigen over gemalen binnen Delfland. Deze informatie wordt gebruikt samen met andere bronnen om kansrijke gemalen binnen Delfland te onderzoeken op de mogelijkheid om thermische energie te onttrekken aan het oppervlaktewater.

Vragen:

- Hoe is het aantal pompuren over het jaar verdeeld? (verschil zomer, winter....) Veel verschil tussen de gemalen?

‘In de zomer wordt meer water ingemaal naar de opmalingspolder vanuit de boezem en in de winter wordt juist meer water afgevoerd naar de boezem dit om het waterniveau binnen de peilgebieden te handhaven op gewenst niveau. Verder is er verschil afhankelijk van de weersomstandigheden. Het aantal uren dat een gemaal opmaalt of inmaalt kan fluctueren aangezien de hoeveelheid neerslag binnen een periode voor meer of juist minder inmaling en/of opmaling kan zorgen.

- Wat is het gemiddeld aantal uren op jaarbasis dat een gemaal water opmaalt/inlaat? Zijn er grote verschillen of valt dit mee? Bijvoorbeeld verschil tussen boezemgemalen en poldergemalen?

Het aantal draaiuren van gemalen verschilt enorm. Zo zijn er gemalen die 50 procent van de tijd en soms meer water opmalen of inmalen. Daarnaast zijn er gemalen die veel minder ingezet worden. Boezemgemalen hebben weliswaar een groot debiet in vergelijking tot gemiddelde poldergemalen maar hebben in het algemeen een beperkter aantal draaiuren.

- Debiet van gemalen? Is dit regelbaar nominaal en maximaal? Wat is het percentage van nominaal t.o.v. maximaal?

Het debiet van gemalen is instelbaar dit is afhankelijk van de specifieke omstandigheden namelijk het waterpeil alsook de weersomstandigheden en weervoorspellingen. Zo kan bij weersomstandigheden en voorspellingen met veel neerslag het debiet opgeschroefd worden om zo alvast te ‘voormalen’ en een buffer te maken voor de verwachte neerslag. De pompen van gemalen moeten op een bepaald vermogen draaien een minimale kritische waarde dit kan per gemaal verschillen en is afhankelijk van de factoren die het vermogen voor de pomp bepalen namelijk opvoerhoogte en debiet. Een percentage van nominaal en maximaal is niet gegeven.

- Wat is de vermogensvraag van een elektrogemaal? Zowel draaiuren als non-actief? Wederom grote verschillen? Van welke factoren is de vermogensvraag afhankelijk naar opvoerhoogte en debiet?

De vermogensvraag is afhankelijk van de opvoerhoogte in combinatie met het debiet dat een gemaal moet kunnen leveren. In het geval dat het debiet lager is dan de maximale waarde betekend dit ook dat het vermogen van een gemaal afneemt. Een gemaal dat non-actief is heeft nauwelijks een vermogensvraag enkel om de technische ruimte te verwarmen tot 10/15 graden °C om te zorgen dat de apparatuur niet beschadigd door vorst.

Wat zijn de meest voorkomende opvoerwerktuigen? Is er groot verschil tussen de gemalen of zijn de meeste recentere gemalen redelijk identiek?

Meest voorkomende opvoerwerktuigen zijn pompen en een aantal zijn vijzels in combinatie met een elektromotor er is sprake van een redelijke overeenkomst in opbouw tussen de verschillende gemalen. De vijzels draaien met een relatief lage frequentie wat minder schadelijk is voor passerende vissen. Er zijn enkel gemalen waar speciale passages zijn gemaakt voor vissen parallel aan het gemaal dit wordt een vislift genoemd. Deze zijn echter wel kostbaar.

- Wat is het overzicht van de temperatuur van het oppervlaktewater op jaarbasis?

In overleg met Joep de Koning zal ik enkele locaties aanvragen. Aangezien er meer dan 500 meetpunten zijn binnen het hoogheemraadschap.

- Is het mogelijk om kansrijke gemalen te bezichtigen? Zijn er tekeningen, schema's beschikbaar van gemalen? Zo ja van alle of alleen van grotere gemalen?

Het is mogelijk om gemalen te bezichtigen dit kan ingepland worden. Tekeningen opvragen en inkijken moet waarschijnlijk mogelijk zijn aldus Frank Keijzer.

- Zijn er gemalen die niet direct lozen maar gebruik maken van een persleiding?

Er zijn twee gemalen voor zover Frank Keijzer en Joep de Koning hiermee bekend zijn in Schiedam en Vlaardingen waar zich een persleiding bevindt. Gemaal Poldervaartpolder aan de Fokkerstraat in Schiedam. Gemaal Vlaardingen west is ook lang.

- Zijn er gemalen die binnenkort verplaatst worden of nieuwe gemalen die gerealiseerd gaan worden?

Ja die zijn er, dit moet te vinden zijn, kunnen dit opzoeken.

- Hoe vaak worden gemalen in de winter gestopt vanwege bevroering van oppervlaktewater? zijn hier specifieke locaties?

In de winter worden gemalen stopgezet bij een vorstperiode wanneer wordt aangenomen dat de omstandigheden zo zijn dat natuurijs kan ontstaan. Het is niet zo dat gemalen niet kunnen doormalen maar het is zo dat de dit wordt gedaan om de ijspret niet te verpesten en het mogelijk te maken het ijs te laten aangroeien. Ze worden alleen uit gezet als het qua peilbeheer kan. Dit zijn eigenlijk alleen sommige grasland polders.

- Hoe vaak worden gemalen in de zomer gestopt vanwege algengroei en botulisme of andere omstandigheden?

Niet, gemalen zijn hier niet gevoelig voor. In het najaar wordt de frequentie van het schoonscheppen van de aanvoer wel opgevoerd dit gebeurt bij het gemaal zelf middels een grijper voor het kroosrek. Bij de kleinere gemalen gebeurt dit nog handmatig. Soms worden gemalen wel stopgezet in het geval van bijvoorbeeld een chemische vervuiling maar dit kan ook in de winter optreden bijvoorbeeld door een lekkende boot of chemische lozing. Dit zijn echter calamiteiten die niet specifiek seizoensgebonden zijn.

- Zijn er hiernaast beperkingen ten aanzien van de draaiuren waarom gemalen niet kunnen draaien

Ja als er onderhoud aan de gemalen wordt gepleegd. Niet bekend is hoe vaak dit gebeurt en wat hiervan de kosten zijn. Als een gemaal voor onderhoud niet kan draaien wordt er wel altijd een mobiele pomp ter vervanging bij gezet.

OPMERKINGEN KEES DE ROOIJ

- Pompen van hoogheemraadschap zijn ontworpen op volome verpompen en maken nauwelijks druk achter de opmaalwerktuigen.
- • Warmtewisselaars met een inline constructie ten opzichte van het gemaal vergroten de weerstand van een gemaal, pompen zijn dan onder gedimensioneerd en daar zijn ze niet op berekend.
- Kan ook een constructie voor een gemaal aanleggen aldus Kees de Rooij, hierdoor heb je geen beperkingen van het beperkte vermogen van een pomp binnen een gemaal en/of beperking warmteoverdracht door laag aantal draaiuren.
- Gemaal van EON kan zeer interessant zijn (is niet van het HH Delfland) pompt water tegen de klok in door Den Haag dit zorgt ervoor dat het oppervlaktewater van Den Haag niet snel bevroest. Het water dat door EON wordt geloosd is namelijk 25 °C (maximum waarde warmtelozing).

VERDERE UITWERKING INTERVIEW

Er is een verschil tussen boezemgemalen en poldergemalen. Boezemgemalen malen water op naar de Noordzee en de Nieuwe Waterweg. Poldergemalen malen zowel water op als dat water wordt ingemalen/ ingelaten. Dit is afhankelijk van de hoogte van de polders ten opzichte van de boezem. In lagere polders wordt water ingemalen en opgemalen om de waterkwaliteit te waarborgen onder andere om verzilting te voorkomen.

Hogere polders meer langs de kust daar wordt water ingemalen in de zomer en in de winter wordt water uitgemalen naar de boezem. Lagere polders zijn voornamelijk in het Westland. De hoger polders zijn in het Westland en langs de kust.

Polder gemalen in het Westland pompen het meest zowel opmalen als inmalen. Sommige polders zijn hoger dan de boezem waardoor water opgemaakt moet worden en niet onder vrij verval kan worden ingelaten. Dit gebeurt met name in de zomer en niet in de winter. Deze gebieden zijn in het westland en langs de kust. Polders in het Westland die lager liggen dan de boezem (-0.43 onder NAP) daar wordt continu water ingemaakt en opgemaakt dit om te zorgen dat de waterkwaliteit in het gebied gewaarborgd blijft onder andere tegen verzilting van het gebied.

Meeste gemalen hebben een frequentieomvormer en kunnen toeren instellen om optimaal te verpompen al naar gelang de situatie.

Het waterbeheer wordt gedaan door de elektrogemalen, dieselmalen zijn er enkel als back up in het geval elektrogemalen buiten functie zijn.

vorig jaar zomer in Waterringseveld was een gevaarlijke variant van botulisme uitgebroken waardoor water niet is weggepompt dit was een calamiteit.

Meeste gemalen hebben pompen en vijzels, dit zijn de meest voorkomende combinaties. Tegenwoordig wordt er rekening gehouden met de visvriendelijkheid van gemalen. Parallelconstructies zoals een vislift zijn kostbaar. Liever wordt gekeken naar een aanpassing van de vijzel waar toch zo nu en dan onderhoud aan gepleegd moet worden.

Niet bekend is hoe vaak een gemaal wordt onderhouden of wat de levensduur van een gemaal is. Wel zijn de meeste pompen gestandaardiseerd waardoor het vervangen relatief weinig werk is.

Vervuiling van het oppervlaktewater wordt aangepakt door bij de invoer van een gemaal een kroosrek wordt geplaatst die zo nu en dan de vervuiling zoals kroos verwijderd. In het najaar als er veel plantergroei is of drijft kan deze vervuiling snel gaan.

Tekeningen van gemalen zijn waarschijnlijk beschikbaar dit moet worden nagevraagd.

Het temperatuurverschil in de boezem zal iets lager liggen dan in de polder dit komt omdat de omvang van de polder kleiner is en daardoor sneller opgewarmd kan worden.

De pompen zijn gekocht op basis van volume verpompen en niet zo zeer van het op druk pompen. Een inline constructie creëert meer weerstand waardoor de pompen het mogelijk niet meer trekken aldus Kees de Rooij.

Temperatuur bij de EON ligt rond de 25 graden hele jaar rond daarom bevriest Den Haag in de winter niet aldus Kees de Rooij. De uitvoer van een gemaal is meestal van gietijzer 80 (80 cm diameter). Als het gemaal van de EON draait staat het Schouten gemaal bijna altijd uit. EON gemaal pompt water rond tegen de klok in door Den Haag.

De meest interessante optie is om te zoeken naar een locatie waar vrij verval is je hebt dan geen vermogen nodig om het water te verpompen op druk te brengen en kan wel thermische energie onttrekken.

onze polderpompen zijn geen drukpompen maar kuubpompen. We proberen de druk tot een minimum te beperken door zo min mogelijk bochten of andere vormen van weerstand aan te brengen in het ontwerp.

gemaal Winsemius draait constant ten zuiden van de nieuwe waterweg haalt water uit het Brielse meer en is de zoetwatervoorziening voor Delfland hiermee word Delfland schoon gespoeld. Vanaf verleden week wordt dit gedaan als proef om "Delfland schoon te maken" . Deze proef duurt voorlopig tot het uit van de zomer.

EON gemaal geeft data door aan HH Delfland over debiet en temperatuur dit gebeurt elke zoveel tijd.

Het EON-gemaal staat eigenlijk altijd aan. Er zit vijf centimeter hoogteverschil tussen de aan- en afvoer van dit gemaal.

Watertemperaturen boven de 12 graden 2000 uur per jaar zijn er overal in de zomerse maanden volgens Joep de Koning.

KAPP

IF Technology

Velperweg 37

6824 BE Arnhem

t.a.v. Diederik Kroezen

telefoon -

email D.Kroezen@iftechnology.nl

078 - 611 73 53

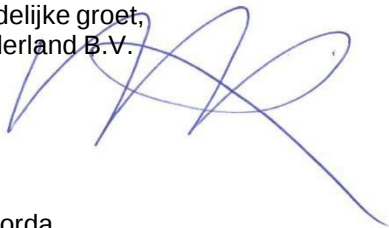
Geachte heer Kroezen,

Met referte aan uw offerte aanvraag, hebben wij het genoeg u geheel vrijblijvend aan te bieden

GEA Ecoflex Platenwarmtewisselaar
&
HRS Shell & Tube warmtewisselaar

Wij vertrouwen u hiermede een passende aanbieding te hebben gemaakt. Indien u vragen heeft kunt u te allen tijde contact met ons opnemen.

Met vriendelijke groet,
Kapp Nederland B.V.



Martin Roorda

Project Engineer

Inline warmtewisselaar

Pos. 11: Shell & Tube Heat Exchanger

(1) Plate & Shell heat exchanger, type K 1500 914/18 - 3 - 304/316 Hard

Volgens bijgaande specificatie en maatschets op pagina 5 - 6

configuratie	: single unit
warmte-uitwisselend oppervlak	: 255 m ²
design code	: PED/97/23/CE + PD5500
ontwerptemperatuur	: 0 / 80°C
ontwerpdruk	: 0 / 10 barg (tube side)
	0 / 6 barg (shell side)
buis materiaal	: AISI316
mantel materiaal	: AISI304

Budgetprijs per stuk : EUR 95.000,-

Pos. 12: Plate & Frame Heat Exchanger - Freeflow plates

(2) GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NF350 B-6

Volgens bijgaande specificatie en maatschets op pagina 7 - 9

configuratie	: single unit
warmte-uitwisselend oppervlak	: 235 m ²
design code	: PED/97/23/CE + AD2000
ontwerptemperatuur	: 0 / 80°C
ontwerpdruk	: 0 / 6 barg
plaat materiaal	: AISI316
plaat dikte	: 1.0 mm plaat
type	: freeflow pakking
materiaal	: NBR

Budgetprijs per stuk : EUR 55.000,-

Pos. 13: Plate & Frame Heat Exchanger - contact point plates

(3) GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NT350S B-
10

Volgens bijgaande specificatie en maatschets op pagina 10 - 12

configuratie	: single unit
warmte-uitwisselend oppervlak	: 625 m ²
design code	: PED/97/23/CE + AD2000
ontwerptemperatuur	: 0 / 80°C

ontwerpdruk	: 0 / 10 barg
-------------	---------------

plaat materiaal	: AISI316
plaat dikte	: 0.5 mm

plaat type	: contact punt
pakking materiaal	: NBR

Budgetprijs per stuk	: EUR	55.000,-
-----------------------------	--------------	-----------------

Parallel warmtewisselaar

(4) Pos. 21: Plate & Frame Heat Exchanger - contact point plates

GEA Ecoflex platenwarmtewisselaar, type NT250S B-10

Volgens bijgaande specificatie en maatschets op pagina 13 - 15

configuratie	: single unit
warmte-uitwisselend oppervlak	: 95 m ²
design code	: PED/97/23/CE + AD2000
ontwerptemperatuur	: 0 / 80°C
ontwerpdruk	: 0 / 10 barg

plaat materiaal	: AISI316
plaat dikte	: 0.5 mm
plaat type	: contact punt
pakking materiaal	: NBR

Budgetprijs per stuk : EUR 15.000,-

(5) Pos. 22: Shell & Tube Heat Exchanger

Plate & Shell heat exchanger, type K 168 324/18 - 6 - 304/316 - H

Volgens bijgaande specificatie en maatschets op pagina 16 - 18

configuratie	: 2 units parallel
warmte-uitwisselend oppervlak	: 115 m ²
design code	: PED/97/23/CE + PD5500
ontwerptemperatuur	: 0 / 80°C
ontwerpdruk	: 0 / 10 barg

buis materiaal	: AISI316
mantel materiaal	: AISI304

Budgetprijs per stuk : EUR 40.000,-

Geldigheidsduur offerte

30 dagen.

Levertijd

10 à 14 werkweken na ontvangst van de technisch en commercieel goedgekeurde opdracht.

Prijzen

Zijn gesteld in Euro, excl. BTW en gelden voor pakketlevering vóór 31-12-2014.

Levering

DAP, adres in Benelux, ongelost, incoterms 2010. Verpakking Kapp standaard, geschikt voor wegtransport

Installatie

Exclusief.

Afname

Betrokkenheid van de Inspectie Instantie van de fabrikant, voor zover benodigd volgens de inspectiemodule aangegeven op de datasheet, is inbegrepen. Afname door een andere

Inspectie Instantie aangewezen door de klant is optioneel mogelijk.

Betaling

30% bij bestelling, 70% bij aflevering, max. 30 dagen na factuurdatum.

Genoemde betalingscondities zijn gebaseerd op de veronderstelling van voldoende kredietwaardigheid van uw bedrijf, welke wij voor het accepteren van een eventuele opdracht moeten controleren. Onze kredietverzekeraar is Atradius.

Garantie

12 maanden na ingebruikname tot een maximum van 18 maanden na levering. Deze garantie is niet van toepassing op externe corrosieve invloeden.

Documentatie

Volgens PED.

Opmerkingen

- Fysische waarden van de gebruikte media zijn uitermate belangrijk in het ontwerp van de warmtewisselaar. Wij vragen u deze te controleren op hun juistheid.
- De keuze van het toegepaste materiaal blijft de verantwoordelijkheid van de klant.

- De druktest van de GEA Ecoflex platenwarmtewisselaars, die met CE-markering geleverd dienen te worden, geschied volgens de regels van 'European Pressure Equipment Directive 97/23/EC (PED) met een standaard testdruk van 1.3 maal de ontwerpdruk.
- De bijgevoegde principeschets is geen constructietekening maar geeft slechts een indicatie van de uitvoering van de warmtewisselaar.

Aansprakelijkheid

De hoogte van de aansprakelijkheid van Kapp Nederland is gemaximaliseerd op 15% van het aankoop bedrag van elke afzonderlijke wisselaar.

Gevolgschade

In geen geval is Kapp Nederland aansprakelijk voor directe of indirecte gevolgschade, of voor welke kosten dan ook als gevolg van het gebruik het product, ongeacht of de oorzaak al dan niet onder de garantie valt.

KAPP Nederland B.V. is een besloten vennootschap. Op alle offertes en aanbiedingen van, opdrachten aan en overeenkomsten met Kapp Nederland B.V. zijn van toepassing de algemene verkoop-, leverings- en betalingsvoorwaarden van Kapp Nederland B.V. zoals gedeponeerd ter griffie van de Rechtbank Dordrecht op 14 mei 2012 onder nummer AL 8/2012.

SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	IF Technology	Kapp Quotation	14302-0
Project	-	Reference	pos. 11
Tag Number	summer case inline	Datasheet Version	0
		Date	14-5-2014

Type	K 1500 914/18 - 3 - 304/316 – Hard		
Total Number of Units	1	connected in series	Total Heat Transfer Area 255.7 m ²

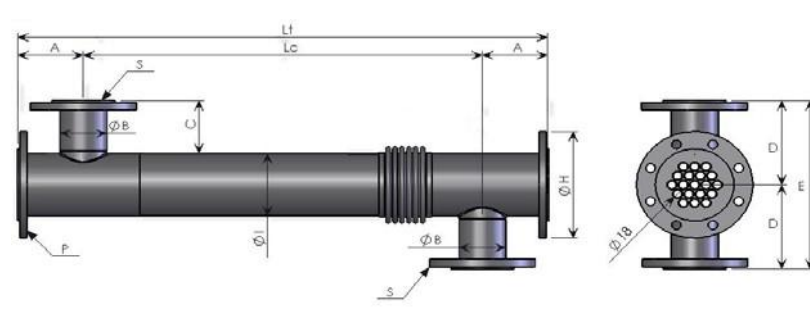
PERFORMANCE OF ONE UNIT

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		Groundwater		oppervlakte water	
Fluid Quantity, Total		kg/h 629226.3		2700000.0	
Vapor (In/Out)		kg/h			
Liquid		kg/h 629226.3	kg/h 629226.3	2700000.0	2700000.0
Temperature (In/Out)		°C 12.0	°C 15.0	°C 18.0	°C 17.3
Density		kg/m ³ 999		999	
Viscosity		cP 1.18		1.06	
Specific Heat		J/kg-°C 4189		4185	
Thermal Conductivity		W/m-°C 0.59		0.60	
Inlet Pressure		bar(g) 3		3	
Velocity		m/s 0.7		2.5	
Pressure Drop		kPa 7		50	
Heat Exchanged		2197 kW	MTD (Corrected) 4.0 °C	Overdesign	40.9 %
Transfer Rate, Service		2126 W/m ² .°C	Transfer Rate, Clean	2997 W/m ² .°C	

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side	Tube Side		
Design Pressure	bar(g)	0 / 6	0 / 10	Materials	Tube side AISI 316L
Design Temperature	°C	80.00	80.00		Shell side AISI 304
Design Code		PED/97/23/CE + PD5500		Tube Type	Hard Corrugated
PED Classification		Category I			

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

	Volume	Tube side	909.0	ltr
		Shell side	763.6	ltr
	Weight Empty		3500	kg
	Heat transfer area		255.7	m ²
	Lt		2939	mm
	Lc		2583	mm
	C		115	mm
	ØI		914	mm
	D		572	mm
	Connection	Tube side	-	
		Shell side	-	

Remarks:

SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	IF Technology	Kapp Quotation	14302-0
Project	-	Reference	pos. 11
Tag Number	winter case inline	Datasheet Version	1
		Date	14-5-2014
Type	K 1500 914/18 - 3 - 304/316 – Hard		
Total Number of Units	1	connected in series	Total Heat Transfer Area 255.7 m ²

PERFORMANCE OF ONE UNIT

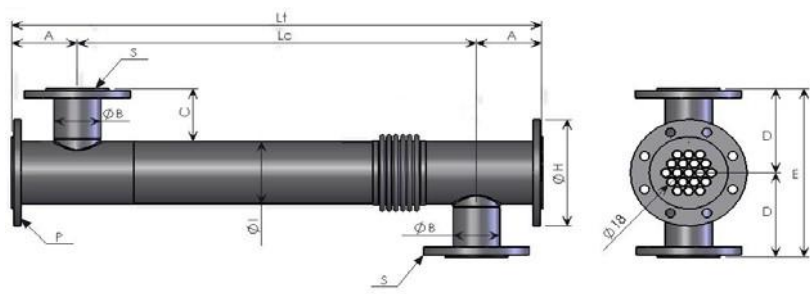
		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		Grondwater		oppervlakte water	
Fluid Quantity, Total	kg/h	631614.5		2700000.0	
Vapor (In/Out)	kg/h				
Liquid	kg/h	631614.5	631614.5	2700000.0	2700000.0
Temperature (In/Out)	°C	12.0	9.0	4.0	4.7
Density	kg/m ³	1000		999	
Viscosity	cP	1.28		1.53	
Specific Heat	J/kg-°C	4193		4203	
Thermal Conductivity	W/m-°C	0.59		0.58	
Inlet Pressure	bar(g)	3		3	
Velocity	m/s	0.7		2.5	
Pressure Drop	kPa	7		51	

Heat Exchanged	2206 kW	MTD (Corrected)	6.1 °C	Overdesign	130.3 %
Transfer Rate, Service	1420 W/m ² .°C	Transfer Rate, Clean	3270 W/m ² .°C		

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side	Tube Side	
Design Pressure	bar(g)	0 / 6	0 / 10	Materials Tube side AISI 316L
Design Temperature	°C	80.00	80.00	Shell side AISI 304
Design Code		PED/97/23/CE + PD5500		Tube Type Hard Corrugated
PED Classification		Category I		

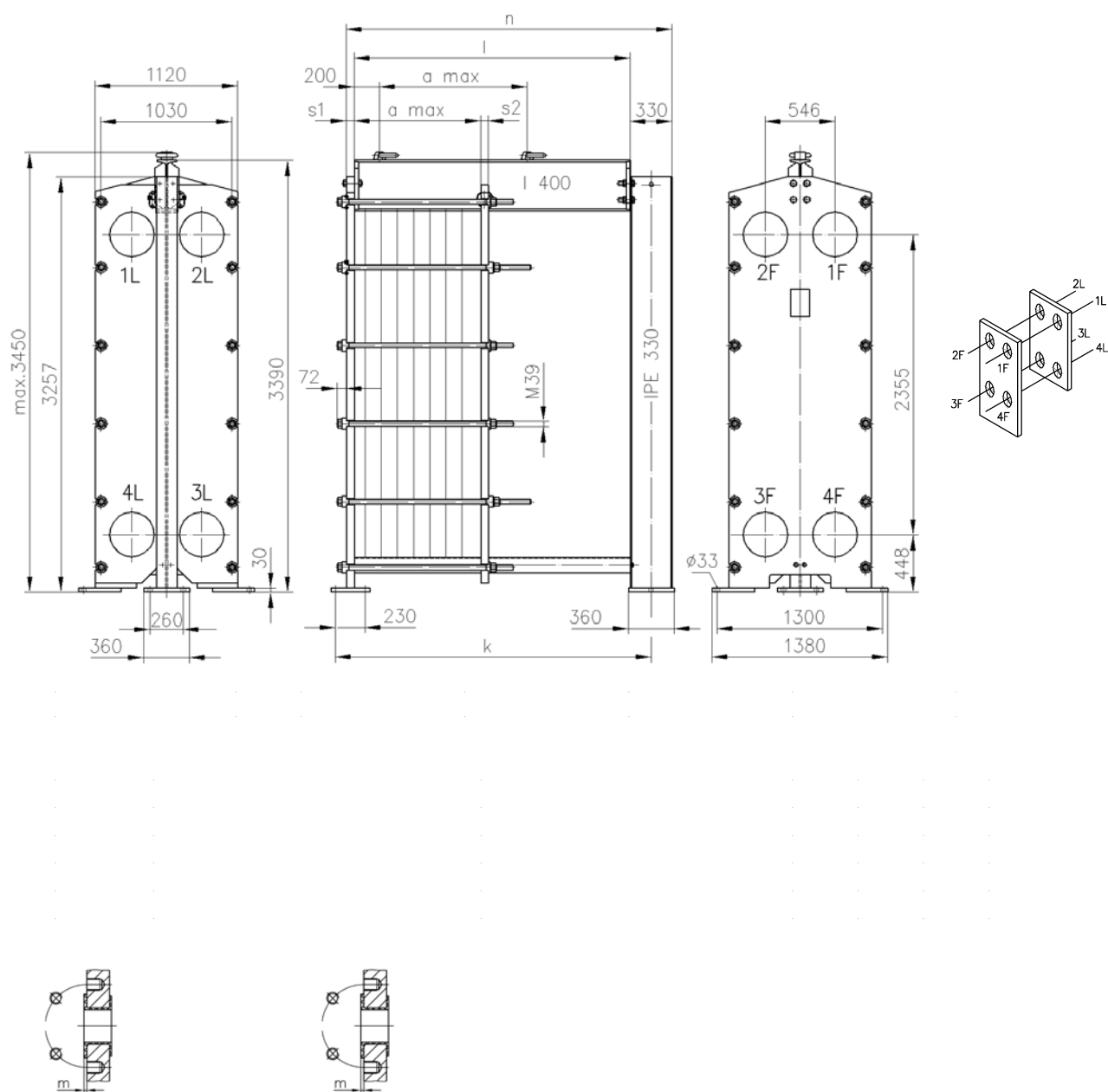
Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

	Volume	Tube side	909.0	ltr
		Shell side	763.6	ltr
	Weight Empty		3500	kg
	Heat transfer area		255.7	m ²
	Lt		2939	mm
	Lc		2583	mm
	C		115	mm
	ΦI		914	mm
	D		572	mm
	Connection	Tube side	-	
		Shell side	-	

Remarks:		
	Kapp Nederland BV Varkenmarkt 9-11	Phone +31 (0)78 611 73 50 E-mail contact@kapp.nl

Customer	IF Technology	Kapp Quotation	14302-0
Project	-	Reference	Pos. 12
Tag Number	Inline	Drawing Version	0
Contact	Gerard van de Graaf	Date	14-5-2014

GEA Ecoflex Type : NF350 B-6



	Kapp Nederland BV	Phone	+31 (0)78 611 7350
	Varkenmarkt 9-11	Email	contact@kapp.nl
	NL-3311BR Dordrecht	URL	www.kapp.nl

Customer	IF Technology			Kapp Quotation		14302-0	
Project	-			Reference		Pos. 12	
Tag Number	Summer case inline			Datasheet Version		0	
Contact	Gerard van de Graaf			Date		14-5-2014	
GEA ECOFLEX Plate Heat Exchanger:				NF350 B-6			
			hot side		cold side		
Media:			Oppervlakte water		Grondwater		
Media group acc. PED 97/23/EC:			Group 2 - others		Group 2 – others		
Heat exchanged:			2100.00			kW	
Mass flow:			2695790		600869		kg/h
Volume flow:			2700.00		601.14		m³/h
Temperature inlet:			18.00		12.00		°C
Temperature outlet:			17.33		15.00		°C
Pressure drop:			82.163		39.513		kPa
Working pressure inlet:			5.00		5.00		Barg
Velocity gap / connection:			1.40	3.79	0.62	1.69	m/s
Volume:			1355.18		1332.96		L
Log. mean temperature difference:				3.98		K	
OHTC:				2262		W/m²K	
PRODUCT PROPERTIES							
Density:			998.44		999.55		kg/m³
Heat capacity:			4185.60		4193.92		J/kgK
Thermal conductivity:			0.59670		0.58855		W/mK
Dyn. viscosity inlet:			1.058		1.241		cP
Dyn. viscosity outlet:			1.076		1.144		cP
UNIT DATA							
Plate Type:				NF350H			
Heat transfer area (total / per unit):				233.24	233.24	m²	
Number of plates (total / per unit):				122	122		
Plate thickness:				1.00			Mm
Fouling factor:				179			m²K/W E-6
Surface margin:				67.91			%
Plate material:				AISI316			
Gasket material / Gasket type:				NBR		Glued	
Internal flow (passes x channels):			1 x 60		2 x 30		
No. of frames (par. / ser. / total):				1	1	1	
Frame material und surface:				S355J2+N		painted	RAL5002
DESIGN DATA							
Design temperature:		Min.:	0.00		Max.:	80.00	°C
Design pressure:		Min.:	0.00		Max.:	6.00	Barg
Test pressure:		7.80	barg	Design code:		PED 97/23/EC AD-2000 Checkfactor 1.3	
Category:		Art.3, Abs. 3		Conformity assessment procedure:			
Remarks:							
		Kapp Nederland BV			Phone	+31 (0)78 611 7350	
		Varkenmarkt 9-11			Email	contact@kapp.nl	
		NL-3311BR Dordrecht			URL	www.kapp.nl	



PLATE HEAT EXCHANGER SPECIFICATION

Customer	IF Technology			Kapp Quotation		14302-0	
Project	-			Reference		Pos. 12	
Tag Number	Winter case inline			Datasheet Version		1	
Contact	Gerard van de Graaf			Date		14-5-2014	
GEA ECOFLEX Plate Heat Exchanger:				NF350 B-6			
			hot side		cold side		
Media:			Grondwater		Oppervlakte water		
Media group acc. PED 97/23/EC:			Group 2 - others		Group 2 – others		
Heat exchanged:			2100.00				kW
Mass flow:			599842		2704472		kg/h
Volume flow:			599.67		2700.00		m³/h
Temperature inlet:			12.00		4.00		°C
Temperature outlet:			9.00		4.66		°C
Pressure drop:			40.740		89.227		kPa
Working pressure inlet:			5.00		5.00		Barg
Velocity gap / connection:			0.62 1.68		1.40 3.79		m/s
Volume:			1355.18		1332.96		L
Log. mean temperature difference:			6.04				K
OHTC:			1490				W/m²K
PRODUCT PROPERTIES							
Density:			1000.29		1001.66		kg/m³
Heat capacity:			4201.11		4219.34		J/kgK
Thermal conductivity:			0.58231		0.56842		W/mK
Dyn. viscosity inlet:			1.241		1.571		cP
Dyn. viscosity outlet:			1.351		1.539		cP
UNIT DATA							
Plate Type:			NF350H				
Heat transfer area (total / per unit):			233.24		233.24		m²
Number of plates (total / per unit):			122		122		
Plate thickness:			1.00				Mm
Fouling factor:			392				m²K/W E-6
Surface margin:			140.71				%
Plate material:			AISI316				
Gasket material / Gasket type:			NBR			Glued	
Internal flow (passes x channels):			2 x 30		1 x 60		
No. of frames (par. / ser. / total):			1		1		1
Frame material und surface:			S355J2+N		painted		RAL5002
DESIGN DATA							
Design temperature:		Min.:	0.00		Max.:	80.00 °C	
Design pressure:		Min.:	0.00		Max.:	6.00 Barg	
Test pressure:		7.80	barg	Design code:		PED 97/23/EC AD-2000 Checkfactor 1.3	
Category:		Art.3, Abs. 3		Conformity assessment procedure:			
Remarks:							
		Kapp Nederland BV			Phone		+31 (0)78 611 7350
		Varkenmarkt 9-11			Email		contact@kapp.nl
		NL-3311BR Dordrecht			URL		www.kapp.nl

Customer	IF Technolgy	Kapp Quotation	14302-0
Project	-	Reference	Pos. 13
Tag Number	Inline	Drawing Version	0
Contact	Gerard van de Graaf	Date	14-5-2014

GEA Ecoflex Type : NT350S B-10

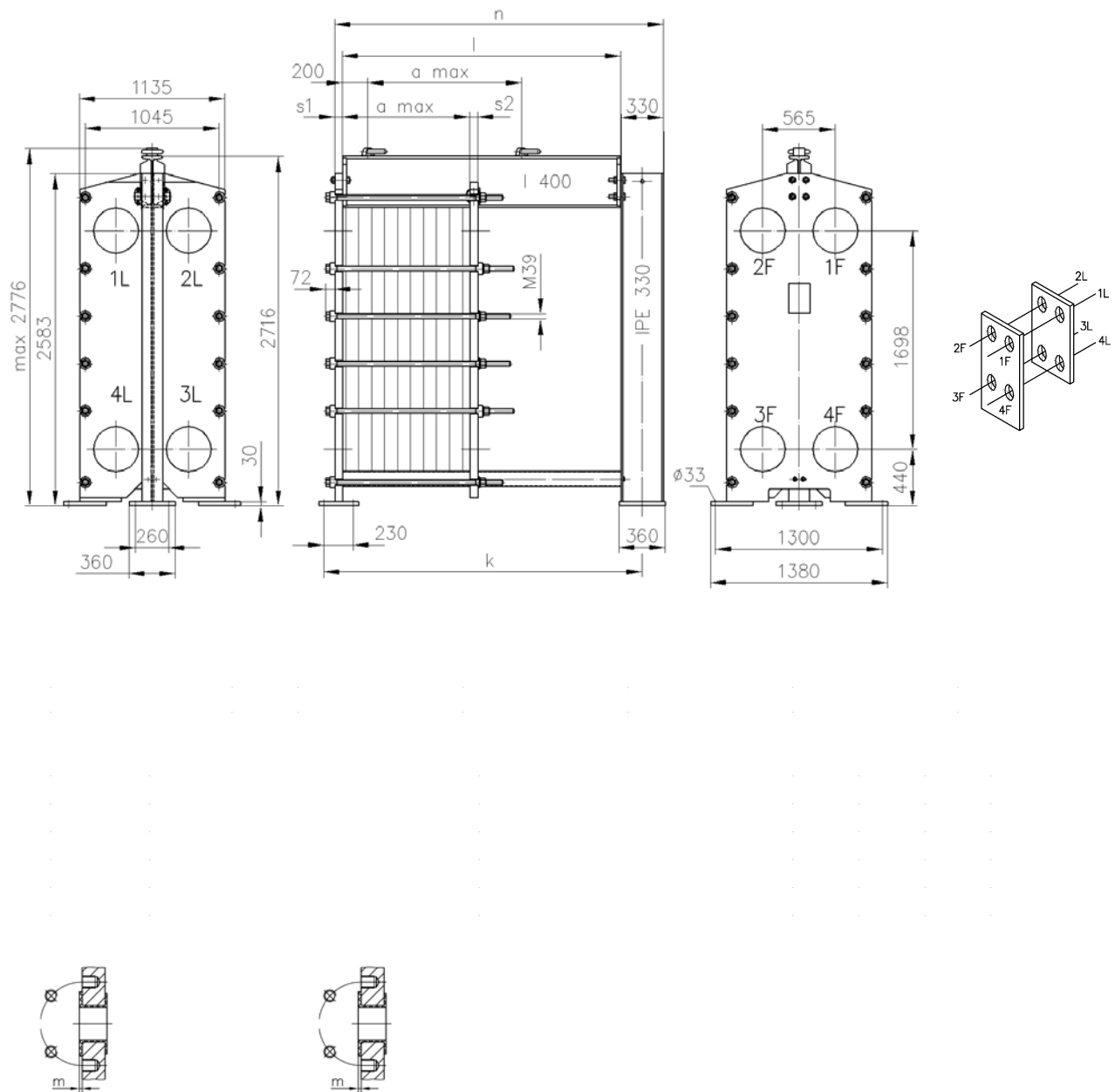




PLATE HEAT EXCHANGER DRAWING

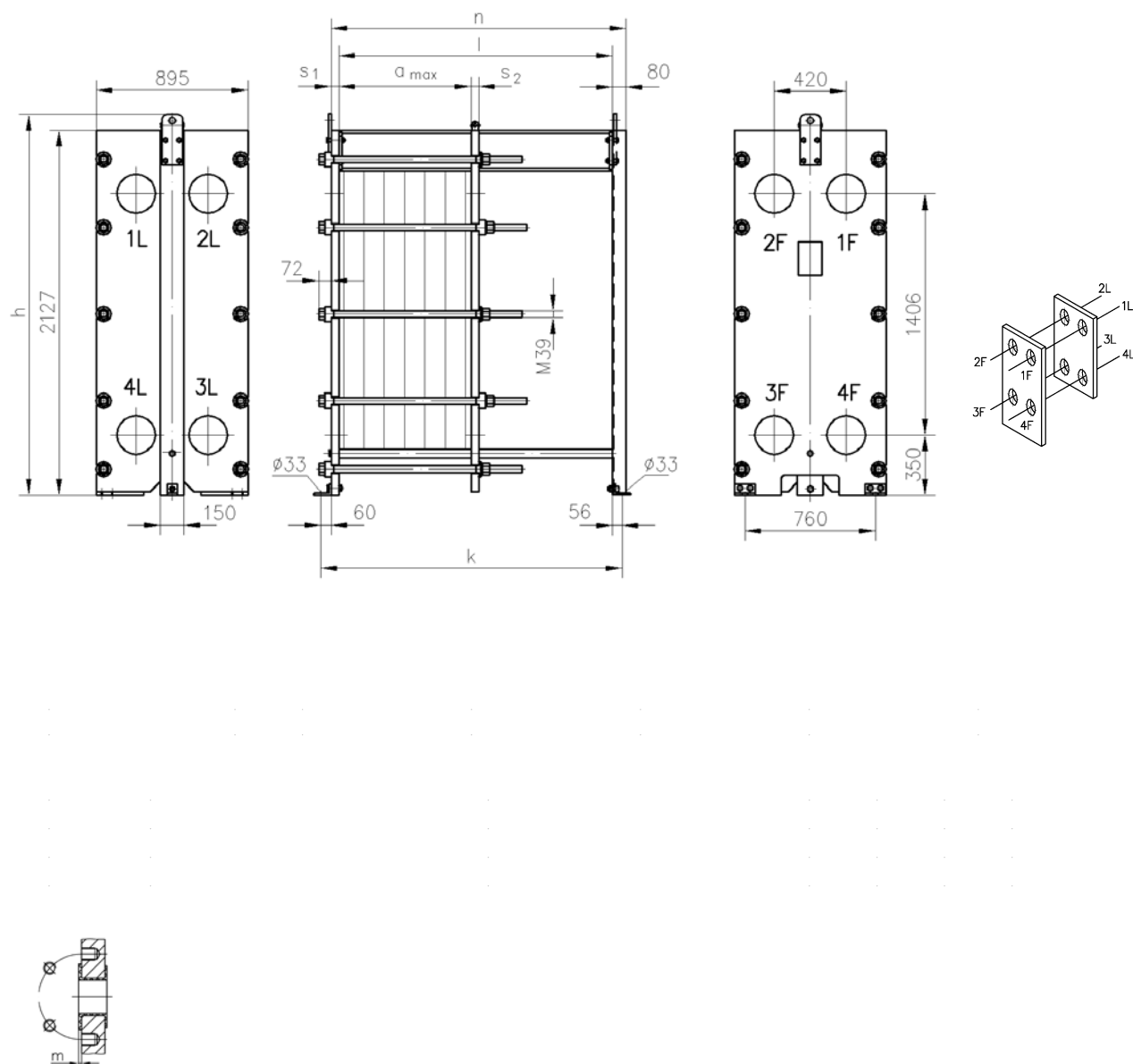
	Kapp Nederland BV	Phone	+31 (0)78 611 7350
	Varkenmarkt 9-11	Email	contact@kapp.nl
	NL-3311BR Dordrecht	URL	www.kapp.nl

Customer	IF Technology			Kapp Quotation		14302-0	
Project	-			Reference		Pos. 13	
Tag Number	Summer case inline			Datasheet Version		0	
Contact	Gerard van de Graaf			Date		14-5-2014	
GEA ECOFLEX Plate Heat Exchanger:				NT350S B-10			
			hot side		cold side		
Media:			Oppervlakte water		Grondwater		
Media group acc. PED 97/23/EC:			Group 2 - others		Group 2 – others		
Heat exchanged:			2100.00			kW	
Mass flow:			2695790		600869		kg/h
Volume flow:			2700.00		601.14		m³/h
Temperature inlet:			18.00		12.00		°C
Temperature outlet:			17.33		15.00		°C
Pressure drop:			93.501		41.889		kPa
Working pressure inlet:			5.00		5.00		Barg
Velocity gap / connection:			1.33	3.79	0.59	1.69	m/s
Volume:			1084.40		1079.00		L
Log. mean temperature difference:				3.98		K	
OHTC:				845		W/m²K	
PRODUCT PROPERTIES							
Density:			998.44		999.55		kg/m³
Heat capacity:			4185.60		4193.92		J/kgK
Thermal conductivity:			0.59670		0.58855		W/mK
Dyn. viscosity inlet:			1.058		1.241		cP
Dyn. viscosity outlet:			1.076		1.144		cP
UNIT DATA							
Plate Type:			NT350S V				
Heat transfer area (total / per unit):			624.00		624.00		m²
Number of plates (total / per unit):			402		402		
Plate thickness:			0.50				Mm
Fouling factor:			893				m²K/W E-6
Surface margin:			308.63				%
Plate material:			AISI316				
Gasket material / Gasket type:			NBR			Glueless	
Internal flow (passes x channels):			1 x 201		2 x 100		
No. of frames (par. / ser. / total):			1		1		1
Frame material und surface:			S355J2+N		painted		RAL5002
DESIGN DATA							
Design temperature:		Min.:	0.00		Max.:	80.00 °C	
Design pressure:		Min.:	0.00		Max.:	10.00 Barg	
Test pressure:		13.00	barg	Design code:		PED 97/23/EC AD-2000 Checkfactor 1.3	
Category:		Art.3, Abs. 3		Conformity assessment procedure:			
Remarks:							
		Kapp Nederland BV			Phone		+31 (0)78 611 7350
		Varkenmarkt 9-11			Email		contact@kapp.nl
		NL-3311BR Dordrecht			URL		www.kapp.nl

Customer	IF Technology			Kapp Quotation		14302-0	
Project	-			Reference		Pos. 13	
Tag Number	Winter case inline			Datasheet Version		1	
Contact	Gerard van de Graaf			Date		14-5-2014	
GEA ECOFLEX Plate Heat Exchanger:				NT350S B-10			
			hot side		cold side		
Media:			Grondwater		Oppervlakte water		
Media group acc. PED 97/23/EC:			Group 2 - others		Group 2 – others		
Heat exchanged:			2100.00			kW	
Mass flow:			599842		2704472		kg/h
Volume flow:			599.67		2700.00		m³/h
Temperature inlet:			12.00		4.00		°C
Temperature outlet:			9.00		4.66		°C
Pressure drop:			43.005		98.267		kPa
Working pressure inlet:			5.00		5.00		Barg
Velocity gap / connection:			0.59	1.68	1.33	3.79	m/s
Volume:			1079.00		1084.40		L
Log. mean temperature difference:			6.04		K		
OHTC:			557		W/m²K		
PRODUCT PROPERTIES							
Density:			1000.29		1001.66		kg/m³
Heat capacity:			4201.11		4219.34		J/kgK
Thermal conductivity:			0.58231		0.56842		W/mK
Dyn. viscosity inlet:			1.241		1.571		cP
Dyn. viscosity outlet:			1.351		1.539		cP
UNIT DATA							
Plate Type:			NT350S V				
Heat transfer area (total / per unit):			624.00		624.00		m²
Number of plates (total / per unit):			402		402		
Plate thickness:			0.50				Mm
Fouling factor:			1483				m²K/W E-6
Surface margin:			473.58				%
Plate material:			AISI316				
Gasket material / Gasket type:			NBR			Glueless	
Internal flow (passes x channels):			2 x 100		1 x 201		
No. of frames (par. / ser. / total):			1		1		1
Frame material und surface:			S355J2+N		painted		RAL5002
DESIGN DATA							
Design temperature:		Min.:	0.00		Max.:	80.00 °C	
Design pressure:		Min.:	0.00		Max.:	10.00 Barg	
Test pressure:		13.00	barg	Design code:		PED 97/23/EC AD-2000 Checkfactor 1.3	
Category:		Art.3, Abs. 3		Conformity assessment procedure:			
Remarks:							
				Kapp Nederland BV		Phone	+31 (0)78 611 7350
				Varkenmarkt 9-11		Email	contact@kapp.nl
				NL-3311BR Dordrecht		URL	www.kapp.nl

Customer	IF Technology	Kapp Quotation	14302-0
Project	-	Reference	Pos. 21
Tag Number	parallel	Drawing Version	0s
Contact	Gerard van de Graaf	Date	14-5-2014

GEA Ecoflex Type : NT250S B-10



1F	DN250	Rubber insert DIN 2632 NBR	Oppervlakte water	x	-	-	4 mm
2F	DN250	Rubber insert DIN 2632 NBR	Grondwater	-	x	-	4 mm
3F	DN250	Rubber insert DIN 2632 NBR	Grondwater	x	-	-	4 mm
4F	DN250	Rubber insert DIN 2632 NBR	Oppervlakte water	-	x	-	4 mm

	Kapp Nederland BV	Phone	+31 (0)78 611 7350
	Varkenmarkt 9-11	Email	contact@kapp.nl
	NL-3311BR Dordrecht	URL	www.kapp.nl

125

126

SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Customer	IF Technology	Kapp Quotation	14302-0
Project	-	Reference	pos. 22
Tag Number	summer case parallel	Datasheet Version	0
		Date	14-5-2014

Type	K 168 324/18 - 6 - 304/316 – Hard		
Total Number of Units	2	connected in series	Total Heat Transfer Area 114.0 m ²

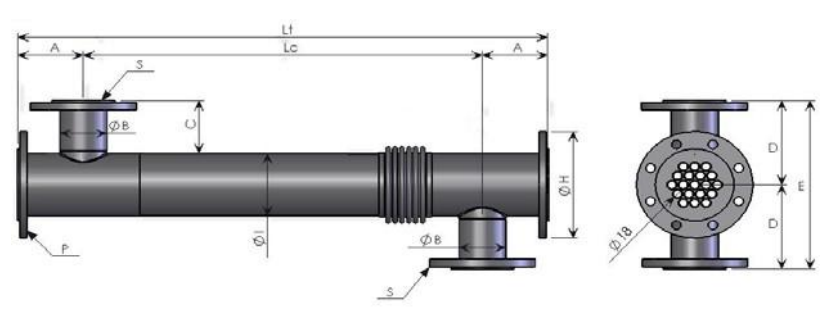
PERFORMANCE OF TWO UNITS IN PARALLEL

		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		grondwater		oppervlakte water	
Fluid Quantity, Total		kg/h 374601.9		750000.0	
Vapor (In/Out)		kg/h			
Liquid		kg/h 374601.9	kg/h 374601.9	750000.0	750000.0
Temperature (In/Out)		°C 12.0	°C 15.0	°C 18.0	°C 16.5
Density		kg/m ³ 999		999	
Viscosity		cP 1.18		1.07	
Specific Heat		J/kg-°C 4189		4185	
Thermal Conductivity		W/m-°C 0.59		0.60	
Inlet Pressure		bar(g) 3		3	
Velocity		m/s 1.5		3.1	
Pressure Drop		kPa 44		132	
Heat Exchanged		1308 kW	MTD (Corrected) 3.7 °C	Overdesign	41.1 %
Transfer Rate, Service		3101 W/m ² .°C	Transfer Rate, Clean	4377 W/m ² .°C	

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side	Tube Side		
Design Pressure	bar(g)	0 / 10	0 / 10	Materials	Tube side AISI 316L
Design Temperature	°C	80.00	80.00		Shell side AISI 304
Design Code		PED/97/23/CE + PD5500		Tube Type	Hard Corrugated
PED Classification		Category I			

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Volume	Tube side	202.7	ltr
			Shell side	213.8	ltr
		Weight Empty		635	kg
		Heat transfer area		57.0	m ²
		Lt		5910	mm
		Lc		5554	mm
		C		115	mm
		ØI		378.1	mm
		D		277	mm
		Connection	Tube side	DN300	
			Shell side	DN250	

Remarks:

Customer	IF Technology	Kapp Quotation	14302-0
Project	-	Reference	pos. 22
Tag Number	winter case parallel	Datasheet Version	1
		Date	14-5-2014

Type	K 168 324/18 - 6 - 316/316 – Hard		
Total Number of Units	2	connected in series	Total Heat Transfer Area 114.0 m ²

PERFORMANCE OF TWO UNITS IN PARALLEL

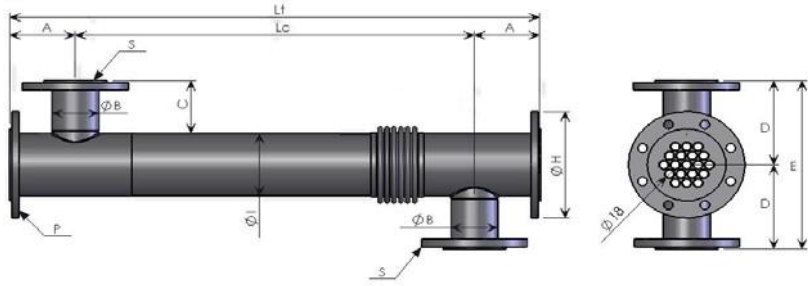
		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		grondwater		oppervlakte water	
Fluid Quantity, Total	kg/h	375860.0		750000.0	
Vapor (In/Out)	kg/h				
Liquid	kg/h	375860.0	375860.0	750000.0	750000.0
Temperature (In/Out)	°C	12.0	9.0	4.0	5.5
Density	kg/m ³	1000		999	
Viscosity	cP	1.28		1.52	
Specific Heat	J/kg-°C	4193		4202	
Thermal Conductivity	W/m-°C	0.59		0.58	
Inlet Pressure	bar(g)	3		3	
Velocity	m/s	1.5		3.1	
Pressure Drop	kPa	45		134	

Heat Exchanged	1313 kW	MTD (Corrected)	5.7 °C	Overdesign	136.1 %
Transfer Rate, Service	2015 W/m ² .°C	Transfer Rate, Clean	4758 W/m ² .°C		

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

		Shell Side	Tube Side	
Design Pressure	bar(g)	0 / 10	0 / 10	Materials Tube side AISI 316L
Design Temperature	°C	80.00	80.00	Shell side AISI 304
Design Code		PED/97/23/CE + PD5500		Tube Type Hard Corrugated
PED Classification		Category I		

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

	Volume	Tube side	202.7	ltr
		Shell side	213.8	ltr
	Weight Empty		635	kg
	Heat transfer area		57.0	m ²
	Lt		5910	mm
	Lc		5554	mm
	C		115	mm
	Φl		378.1	mm
			277	mm
	Connection	Tube side	DN300	
		Shell side	DN250	

Remarks:

De waarden voor de Hydrea Thermpipe (door Heijmans berekend) zijn op basis van de toegestuurde uitgangspunten voor gemaal Poldervaartpolder welke op een in-line constructie is onderzocht.

$$P_t = 700 \text{ kW}$$

$$l = 300 \text{ m}$$

$$D = 1,6 \text{ m (kan in meerdere diameters geleverd worden van 0,8 m tot 3,5 m)}$$

Investering: € 420.000,- (levering Hydrea Thermpipe, verwijderen riool en installeren Hydrea Thermpipe)

$$P_{\text{pomp } s} = 50 \text{ kW}$$

Onderhoud: € 7500,-/jaar (twee maal per jaar warmtewisselaar ontluichten en monitoren van het system)

Levensduur: 100 jaar, afschrijving 30 jaar

BIJLAGE H: POMP GRUNDFOS

Position	Your pos.	Qty.	Description
1.0	1: NPSH 4,61	1	NK 125-400/438 R-AQAE  Note! Product picture may differ from actual product Non-self priming, single-stage centrifugal pump according to EN 1092-2. The pump is for the pumping of thin, clean or slightly contaminated liquids without abrasive or long-fibred solids. Pump and 3-phase AC motor are mounted as separate units on a common baseplate and connected via a Spacer-coupling. The impeller is hydraulically as well as dynamically balanced. The pump has the following characteristics: - flange dimensions according to EN 1092-2, - Stainless steel 1.4517volute pump housing, - stainless steel shaft

and Stainless steel 1.4517 impeller
and bronze wear rings,

- unbalanced mechanical shaft seal
according to EN 12756.

Liquid:
Liquid temperature range: 0 ... 120 °C
Liquid temp: 20 °C
Density: 998.2 kg/m³

Technical:

Speed for pump data: 1490 rpm
Actual calculated flow: 301 m³/h
Resulting head of the pump: 50.2 m
Actual impeller diameter: 403.7 mm
Shaft seal: AQAE
Secondary shaft seal: NONE
Maximum operating pressure: 16 bar

Materials:

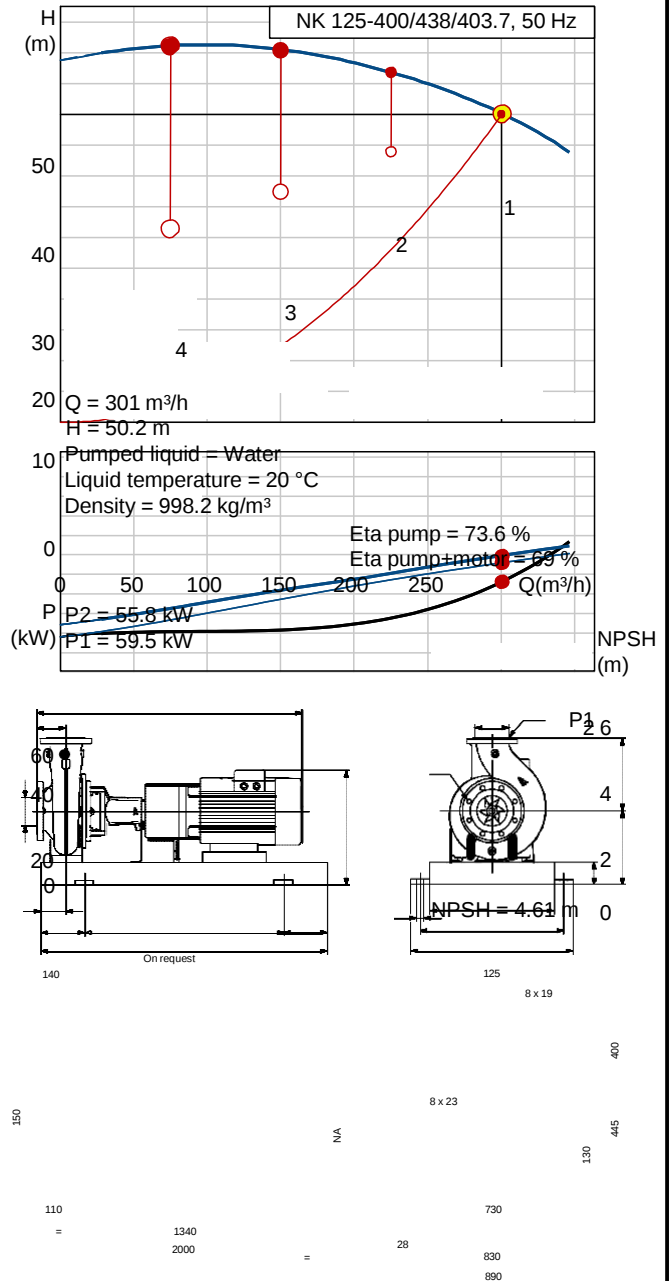
Pump housing: Stainless steel 1.4517
DIN W.-Nr. 1.4517
ASTM CD4MCuN
Impeller: Stainless steel 1.4517
DIN W.-Nr. 1.4517
ASTM CD4MCuN

Installation:

Maximum ambient temperature: 60 °C

<i>Position</i>	<i>Your pos.</i>	<i>Qty.</i>	<i>Description</i>
			Maximum operating pressure: 16 bar Flange standard: EN 1092-2 Pump inlet: DN 150 Pump outlet: DN 125 Pressure stage: PN16 Coupling type: Spacer Electrical data: Motor type: MMG280MA IE Efficiency class: IE2 Number of poles: 4 Rated power - P2: 90 kW Mains frequency: 50 Hz Rated voltage: 3 x 380-420D/660-725Y V Rated current: 168-152/96,0-87,5 A Starting current: 720-720 % Cos phi - power factor: 0,87 Rated speed: 1490-1490 rpm IE efficiency: IE2 94,3% Motor efficiency at full load: 94,3-94,3 % Motor efficiency at 3/4 load: 94,2-94,2 % Motor efficiency at 1/2 load: 93,3-93,3 % Enclosure class (IEC 34-5): 55 Insulation class (IEC 85): F Lubricant type: Grease Others: Net weight: On request kg Gross weight: On request kg Shipping volume: 3.33 m3

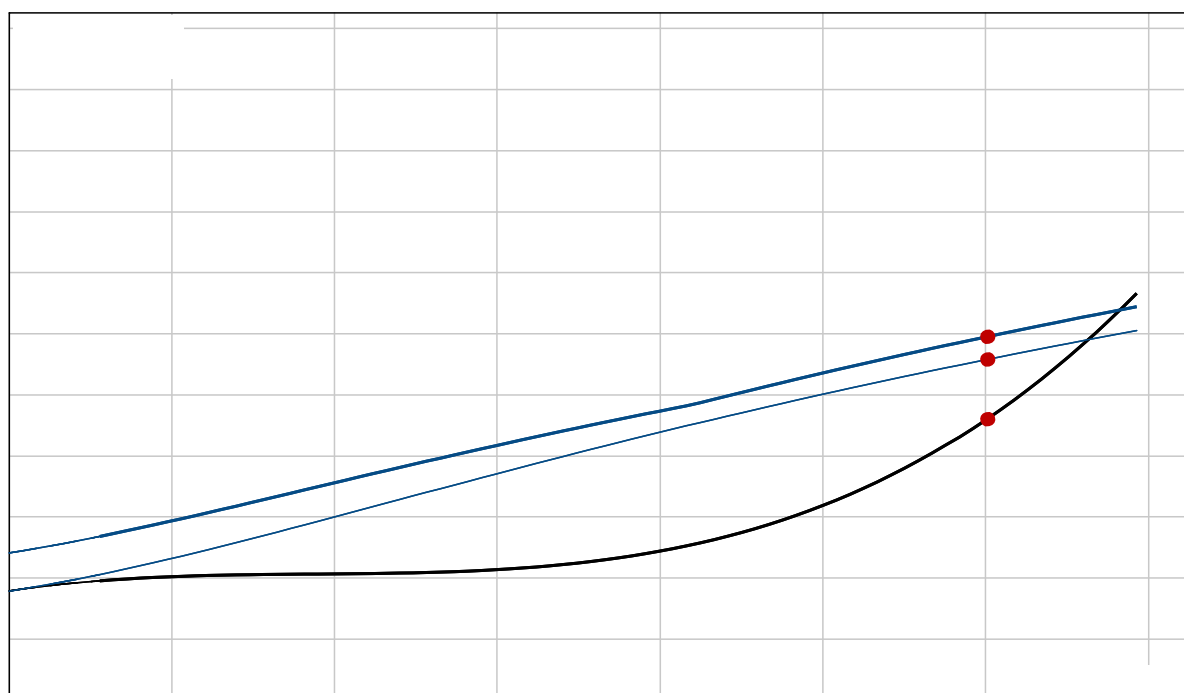
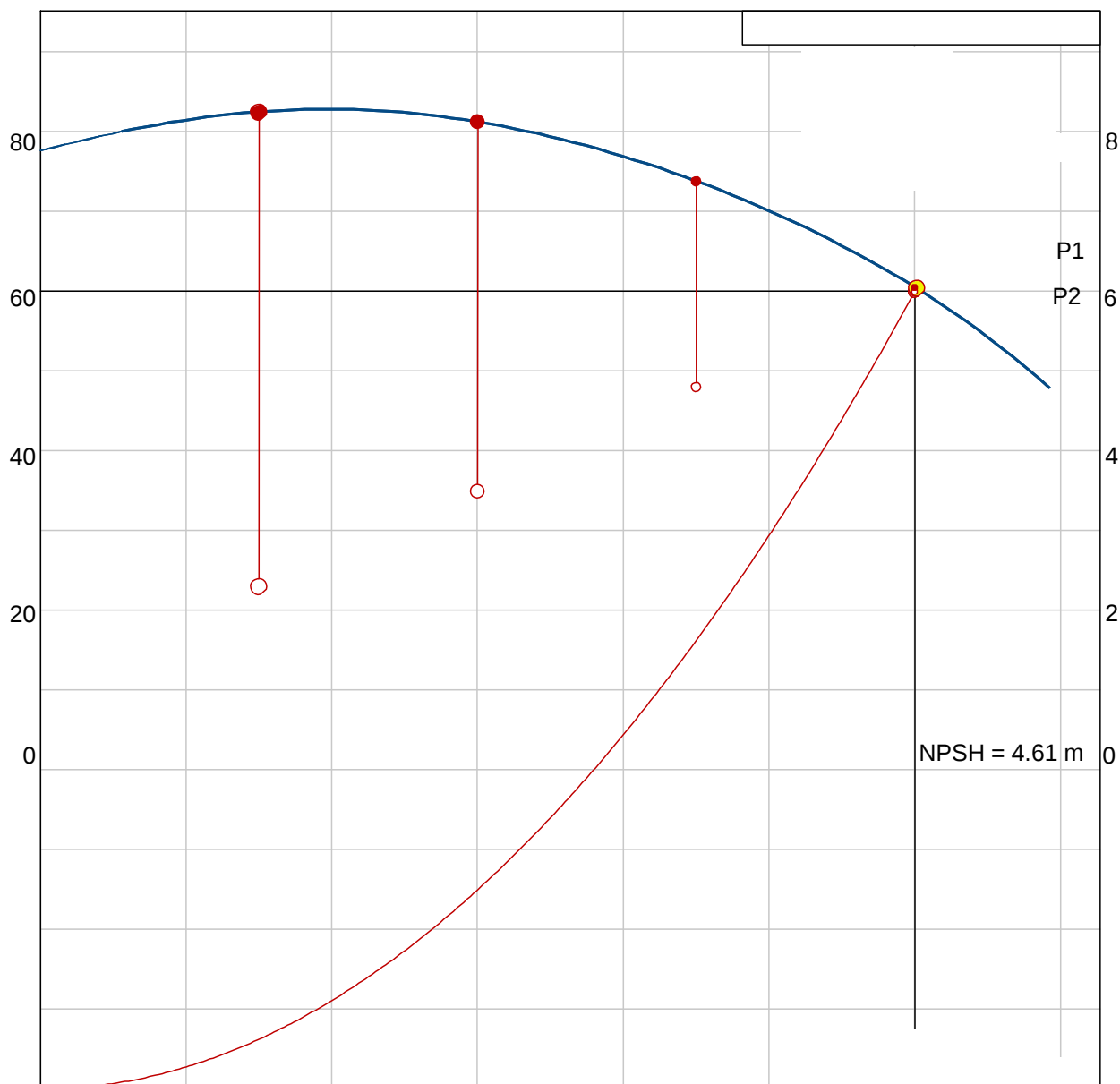
Description	Value
Product name:	NK 125-400/438 R-AQAE
Product No:	On request
EAN number:	On request
Technical:	
Speed for pump data	1490 rpm
Actual calculated flow:	301 m ³ /h
Resulting head of the pump:	50.2 m
Actual impeller diameter:	403.7 mm
Shaft seal:	AQAE
Secondary shaft seal:	NONE
Shaft diameter:	42 mm
Maximum operating pressure	16 bar
Materials:	
Pump housing:	Stainless steel 1.4517 DIN W.-Nr. 1.4517 ASTM CD4MCuN
Impeller:	Stainless steel 1.4517 DIN W.-Nr. 1.4517
Material code:	ASTM CD4MCuN R
Installation:	
Maximum ambient temperature:	60 °C
Maximum operating pressure	16 bar
Flange standard:	EN 1092-2
Pump inlet:	DN 150
Pump outlet:	DN 125
Pressure stage:	PN16
Coupling type:	Spacer
Wear ring(s):	neckring(s)
Liquid:	
Liquid temperature range	0 .. 120 °C
Liquid temp:	20 °C
Density:	998.2 kg/m ³
Electrical data:	
Motor type:	MMG280MA
IE Efficiency class:	IE2
Number of poles:	4
Rated power - P2:	90 kW
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	3 x 380-420D/660-725Y V
Rated current:	168-152/96,0-87,5 A
Starting current	720-720 %
Cos phi - power factor:	0,87
Rated speed:	1490-1490 rpm
IE efficiency:	IE2 94,3%
Motor efficiency at full load:	94,3-94,3 %
Motor efficiency at 3/4 load:	94,2-94,2 %
Motor efficiency at 1/2 load:	93,3-93,3 %
Enclosure class (IEC 34-5):	55Insulation
class (IEC 85):	F Motor protec:
	PTC
Motor No:	83L15142
Lubricant type:	Grease
Others:	



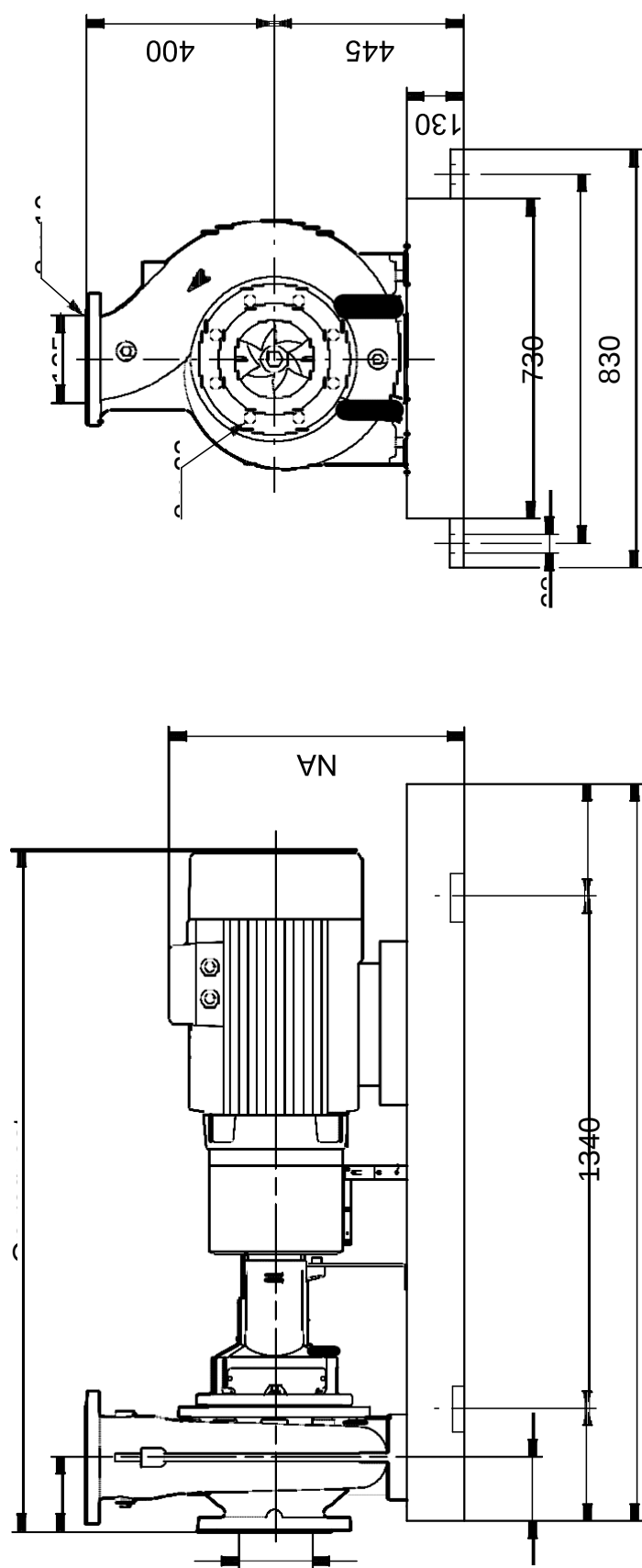
Net weight:	On request kg
Gross weight:	On request kg
Shipping volume:	3.33 m3

NK 125-400/438 50 Hz





NK 125-400/438 50 Hz



150

110

Note! All units are in [mm] unless others are stated.

Disclaimer: This simplified dimensional drawing does not show all details.

Position	Your pos.	Qty.	Description
2.0	1 alternati ef: NPSH 2.51	1	NK 150-400/394 R-AQAE  Note! Product picture may differ from actual product Non-self priming, single-stage centrifugal pump according to EN 1092-2. The pump is for the pumping of thin, clean or slightly contaminated liquids without abrasive or long-fibred solids. Pump and 3-phase AC motor are mounted as separate units on a common baseplate and connected via a Spacer-coupling. The impeller is hydraulically as well as dynamically balanced. The pump has the following characteristics: - flange dimensions according to EN 1092-2, - Stainless steel 1.4517volute pump housing, - stainless steel shaft and Stainless steel 1.4517impeller and bronze wear rings, - unbalanced mechanical shaft seal according to EN 12756.

Liquid:
Liquid temperature range: 0 .. 120 °C
Liquid temp: 20 °C
Density: 998.2 kg/m³

Technical:

Speed for pump data: 1490 rpm
Actual calculated flow: 301 m³/h
Resulting head of the pump: 50.2 m
Actual impeller diameter: 374.5 mm
Shaft seal: AQAE
Secondary shaft seal: NONE
Maximum operating pressure: 10 bar

Materials:

Pump housing: Stainless steel 1.4517
DIN W.-Nr. 1.4517
ASTM CD4MCuN
Impeller: Stainless steel 1.4517

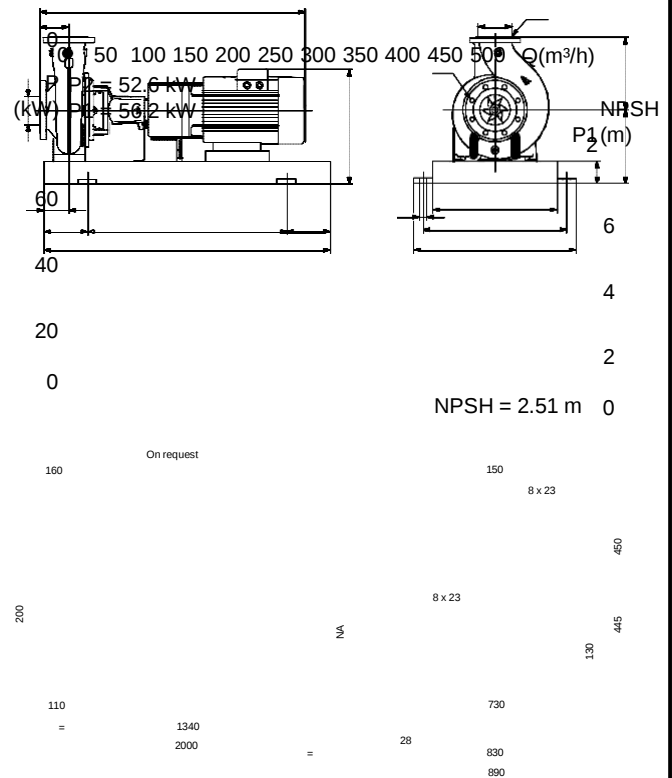
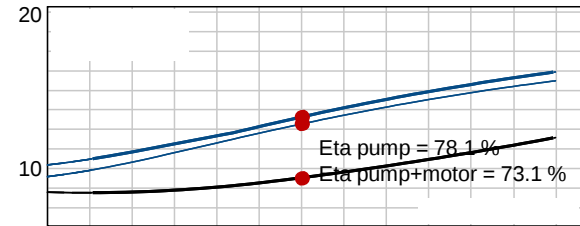
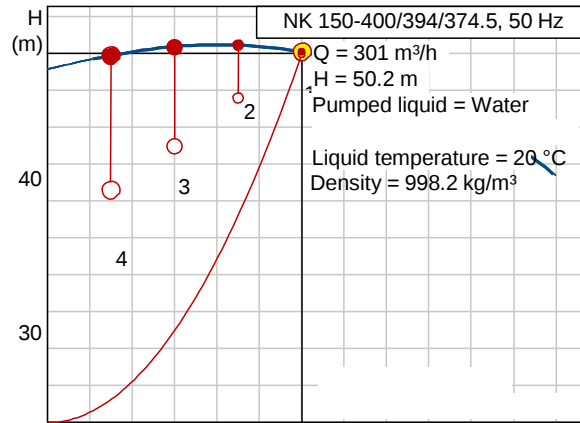
DIN W.-Nr. 1.4517
ASTM CD4MCuN

Installation:

Maximum ambient temperature: 60 °C

Position	Your pos.	Qty.	Description
			Maximum operating pressure: 10 bar Flange standard: EN 1092-2 Pump inlet: DN 200 Pump outlet: DN 150 Pressure stage: PN10 Coupling type: Spacer Electrical data: Motor type: MMG280MA IE Efficiency class: IE2 Number of poles: 4 Rated power - P2: 90 kW Mains frequency: 50 Hz Rated voltage: 3 x 380-420D/660-725Y V Rated current: 168-152/96,0-87,5 A Starting current: 720-720 % Cos phi - power factor: 0,87 Rated speed: 1490-1490 rpm IE efficiency: IE2 94,3% Motor efficiency at full load: 94,3-94,3 % Motor efficiency at 3/4 load: 94,2-94,2 % Motor efficiency at 1/2 load: 93,3-93,3 % Enclosure class (IEC 34-5): 55 Insulation class (IEC 85): F Lubricant type: Grease Others: Net weight: On request kg Gross weight: On request kg Shipping volume: 3.33 m3

Description	Value
Product name:	NK 150-400/394 R-AQAE
Product No:	On request
EAN number:	On request
Technical:	
Speed for pump data	1490 rpm
Actual calculated flow:	301 m ³ /h
Resulting head of the pump:	50.2 m
Actual impeller diameter:	374.5 mm
Shaft seal:	AQAE
Secondary shaft seal:	NONE
Shaft diameter:	42 mm
Maximum operating pressure	10 bar
Materials:	
Pump housing:	Stainless steel 1.4517 DIN W.-Nr. 1.4517 ASTM CD4MCuN
Impeller:	Stainless steel 1.4517 DIN W.-Nr. 1.4517 ASTM CD4MCuN
Material code:	R
Installation:	
Maximum ambient temperature:	60 °C
Maximum operating pressure	10 bar
Flange standard:	EN 1092-2
Pump inlet:	DN 200
Pump outlet:	DN 150
Pressure stage:	PN10
Coupling type:	Spacer
Wear ring(s):	neckring(s)
Liquid:	
Liquid temperature range	0 .. 120 °C
Liquid temp:	20 °C
Density:	998.2 kg/m ³
Electrical data:	
Motor type:	MMG280MA
IE Efficiency class:	IE2
Number of poles:	4
Rated power - P2:	90 kW
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	3 x 380-420D/660-725 V
Rated current:	168-152/96,0-87,5 A
Starting current	720-720 %
Cos phi - power factor:	0,87
Rated speed:	1490-1490 rpm
IE efficiency:	IE2 94,3%
Motor efficiency at full load:	94,3-94,3 %
Motor efficiency at 3/4 load:	94,2-94,2 %



Motor efficiency at 1/2 load:	93,3-93,3 %
Enclosure class (IEC 34-5):	55
Insulation class (IEC 85):	F
Motor protec:	PTC
Motor No:	83L15142
Lubricant type:	Grease
Others:	
Net weight:	On request kg
Gross weight:	On request kg
Shipping volume:	3.33 m3

NK 150-400/394 50 Hz

H
(m)

NK 150-400/394/374.5, 50 Hz

Q = 301 m³/h

H = 50.2 m

Pumped liquid = Water

Liquid temperature = 20 °C

Density = 998.2 kg/m³

50

1

2

40

3

30

4

20

10

Eta pump = 78.1 %

Eta pump+motor = 73.1 %

0

0

50

100

150

200

250

300

350

400

450

500

550

P

2

P

=

52.6 kW (kW) P1 =
56.2 kW

Q(m³/h)

NPSH
(m)

80

60

40

20

0

P1 8

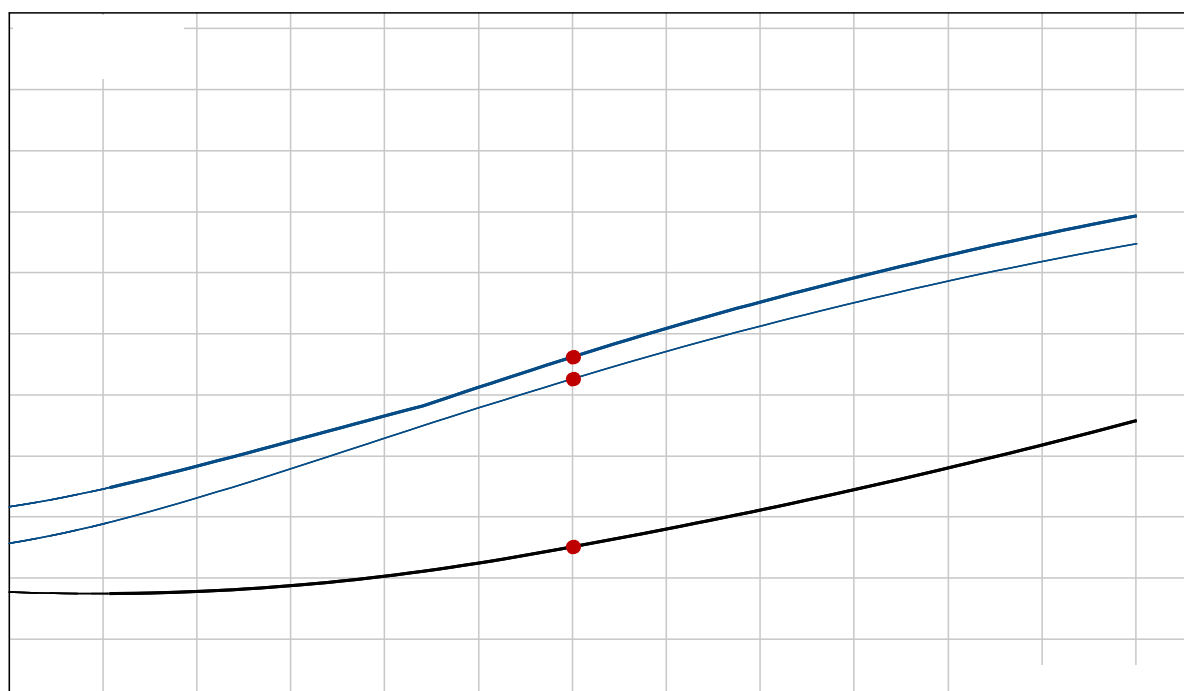
P2 6

4

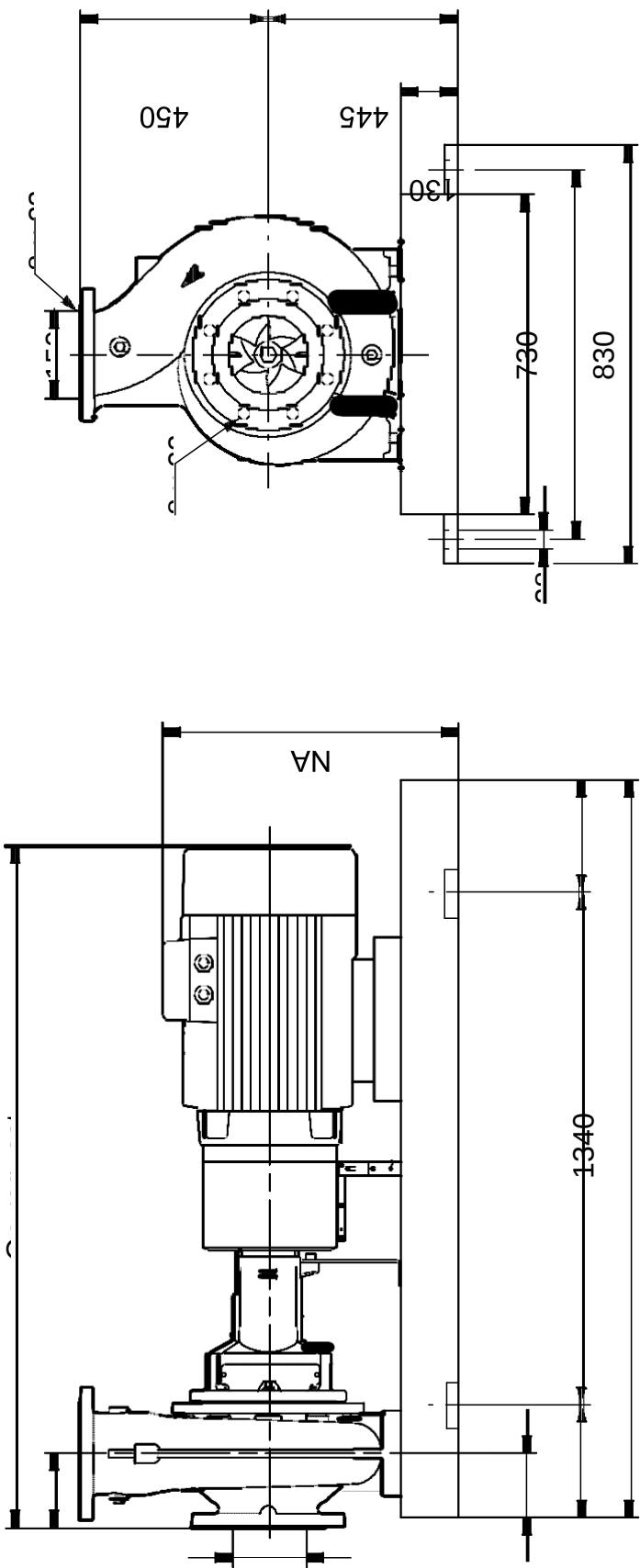
2

0

NPSH = 2.51 m 0



NK 150-400/394 50 Hz





UVAR holland b.v.

P.O.Box 5169, 3295 ZH 's-Gravendeel, The Netherlands
Griendweg 51, 3295 KV 's-Gravendeel, The Netherlands
Tel.: +31 78 673 1477 E mail: info@uvar.nl
Fax: +31 78 673 4557 Website: www.uvar.nl

| OFFERTE

If Technology

PB 605
2800 AP ARNHEM

Offerte nr. : 302654
Relatie nr. : 120132
Uw order/ref. : 61298/Wavin
Pagina : 1
Datum : 22-09-2011

tel. 026-3535529
fax 026-3535599

Behandeld door : Pieter van der Beek

Art.nr.	Omschrijving	Aantal	Prijs -/-	Totaal
4066080250RVS	Zelfreinigende aanzuigkorf 8" 2500 mic. Uitgevoerd in RVS 316.	2	3.175,00	6.350,00
40715312F200S	AZEZ 12" super screen - 863 - 200 micron Compleet uitgevoerd in RVS 316, met: - Super Screen element 200 mic(7500 cm²) - Drukverschil-schakelaar - Manometer - Spui-afsluiter 2" Compleet met:	2	25.375,00	50.750,00
407150863	Schakelkast met PLC tbv AZEZ filter	2		
CONDITIES	Prijzen : Netto in Euro, excl. 19% BTW Levering : Franko huis, Nederland Levertijd : In overleg, ca. 3 maanden o.o.v. Geldig : 30 dagen na offertedatum			

110

002