



Aveco de Bondt
ingenieursbedrijf

Energievisie Schieveste

Aveco de Bondt BV

Podium 9, 3826 PA Amersfoort

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 88 18 66 010

www.avecodebondt.nl

Rapport

project Energievisie Schieveste
projectnummer 200925
projectverantwoordelijke Frank Schipper

datum 15 juli 2020
referentie 200925_R_EGN1_0145

opdrachtgever Ontwikkelcombinatie Schieveste
postadres

status Definitief
versie 1.1
auteur Edzard Gelderman

paraaf
gecontroleerd E.A.C. Gelderman



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Energie	4
2.1	BENG normen	4
2.2	Fase 1	5
2.3	Totaalplan	5
3	Omgevingsscan energie	7
3.1	Stadswarmte	7
3.2	Luchtwarmtepomp	8
3.3	Lage temperatuur aardwarmte	9
3.4	Open bodemenergiesystemen (WKO)	10
3.5	Aquathermie	10
3.6	Waterstof	11
3.7	All electric	12
3.8	Conclusie	13
4	Dimensionering	15
4.1	Bodempotentie	15
4.2	Energievraag aan de hand van een bodemenergiesysteem.	15
4.2.1	Toepassing stadswarmte en WKO	16
4.3	Regeneratie	16
4.4	Analyse WKO Schieveste 2	18
4.6	Aandachtspunten	21
4.7	Vergunningen	22
5	Elektraverbruik	24
5.1	Uitgangspunten gebouwen	24
5.2	Uitgangspunten energieopwekking	24
5.3	Elektraverbruik	25
6	Inpassing WKO Schieveste	26
6.1	System	26
7	Conclusies	27
	Bijlage 1 Uitgangspunten energievraag per type woning	32
	Bijlage 2 Beleidsnotitie koudelozingen	33



1 Inleiding

Door Ontwikkelcombinatie Schieveste (OCS) is het project Schieveste verworven. Het betreft het gebied tussen station Schiedam en de A20. In de eindfase zullen circa 3.000 woningen en 58.000 m² kantooroppervlak zijn gerealiseerd.

De nieuwbouw mag niet op het gasnet worden aangesloten voor het verwarmen van de gebouwen en woningen. In deze energievisie worden verschillende concepten voor Schieveste uitgewerkt en nader toegelicht.

Fasering

Het voorlopige plan voor Schieveste voorziet in 5 plandelen. Fase 1 wordt in 2020 ontworpen en het doel is medio 2023 gereed te zijn. Deze fase is vrij zeker met betrekking tot planning. De overige 4 plandelen worden in de loop van de tijd verder ontwikkeld, waarbij het tempo afhankelijk is van de vraag naar woningen en kantoorruimte.

In deze energievisie wordt een doorkijk gegeven naar Fase 1 en het totaalplan.



2 Energie

Voor het bepalen van de energievraag binnen het plangebied van Schieveste is uitgegaan van de BENG norm. Naar verwachting zal Fase 1 volledig aan de BENG moeten voldoen. De verwachting is dat in de loop der tijd de BENG norm verder wordt aangescherpt. Dit zal uiteindelijk resulteren in een lagere energievraag voor het totaalplan.

2.1 BENG normen

De introductie van de BENG norm is al meerdere malen uitgesteld. Daarnaast zijn de eisen ten aanzien van de BENG ook veranderd. Op dit moment gelden de eisen voor de BENG, zoals in onderstaande Tabel 2.1 is weergegeven.

Norm	Eenheid	Aantal	Opmerking
BENG 1	kWh/m ²	65	Betreft de maximale warmte- en koudevraag. Dit is een indicator voor de energievraag die nodig is voor verwarming en koeling van de woning. Om de energievraag te reduceren moet er gekeken worden naar: oriëntatie, ontwerp, isolatie, luchtdichtheid en zonwering.
BENG 2	kWh/m ²	50	Het primair energiegebruik (fossiele brandstoffen) voor verwarming, koeling, warmtapwaterbereiding en ventilatoren Dit is te vergelijken met de EPC-waarde, maar dan uitgedrukt in energiehoeveelheden.
BENG 3	%	40	Het minimale aandeel hernieuwbare energie die wordt opgewekt op het perceel
TO _{juli}	K	1	De temperatuuroverschrijding TO _{juli} dient onder de 1,0 K te blijven. Dit wordt een aanvullende eis in het Bouwbesluit

Tabel 2.1 BENG eisen voor woongebouwen

Voor nieuwbouw woningen wordt vanaf 2021 eisen gesteld aan het risico dat een en woning te warm wordt. Dit wordt uitgedrukt in de TO_{juli}. TO_{juli} geldt alleen als er geen actieve koeling voorzien is zoals een warmtepomp of een airco.

Het type bebouwing dat in Schieveste hoofdzakelijk wordt gerealiseerd betreft redelijk compacte appartementsgebouwen. Bij een goede isolatieschil, is de warmte- en koudevraag van de woningen laag. Voor de eerste beschouwing van de te verwachten energievraag binnen Schieveste, is gerekend met de getallen zoals opgenomen in Tabel 2.2. In bijlage 1 is een uitgebreidere lijst opgenomen per type woning met welke uitgangspunten de energievraag is bepaald.

Onderwerp	Hoeveelheid	Eenheid
Ruimteverwarming	20 [20 tot 25]	kWh/m ² GBO
Koeling	20 [20 tot 25]	kWh/m ² GBO
Tapwater	900	kWh/jaar/ per persoon

Tabel 2.2 Uitgangspunten kengetallen energievraag woningen



Naast de woningen worden ook kantoren en voorzieningen gerealiseerd in Schieveste.

Onderwerp	Hoeveelheid	Eenheid
Ruimteverwarming	35	kWh/m ² BVO
Koeling	45	kWh/m ² BVO
Tapwater	-	

Tabel 2.3 Uitgangspunten kengetallen energievraag kantoren en voorzieningen

Kantoren en voorzieningen hebben in basis weinig tapwater nodig. Dit is wel afhankelijk van het uiteindelijke type voorziening dat in Schieveste wordt gerealiseerd. Normaliter wordt in kantoren het tapwater geregeld met onder meer elektrische boilers of andere voorzieningen, welke losstaan van de algehele klimatiseringsinstallatie.

2.2 Fase 1

Op basis van de kengetallen uit Tabel 2.2 en Tabel 2.3 en de opgave voor Fase 1, zoals gedeeld per email van d.d. 22-4-2020 door dhr. Stoffer, is de energievraag voor fase 1 bepaald (Tabel 2.4). Het aandeel verwarmen en koelen ligt dicht bij elkaar.

Woning / ruimte	aantal	BVO	GBO	Verwarming	Koeling	Tapwater
		[m ²]	[m ²]	[kWh/jaar]	[kWh/jaar]	[kWh/jaar]
Commerciële ruimte		2933	-	102.655	131.985	-
Overig		1277	-	44.695	57.465	-
Studentenwoning	480	33	22	264.000	211.200	432.000
Woning 1P	300	36	24	180.000	144.000	270.000
Woning 2P	270	59	40	216.000	216.000	486.000
Woning 2 -3 kamer	200	90	65	260.000	260.000	450.000
Totaal	1.250			1.067.350	1.020.650	1.638.000

Tabel 2.4 Overzicht Fase 1 Schieveste

2.3 Totaalplan

Op basis van het Masterplan Schieveste, met daarin woningaantallen en de gemiddelde GBO per type woning, is de energievraag voor het totaalplan ingeschat. In afwijking van het Masterplan is het aantal studentenwoningen aangepast aan de opgave voor Fase 1 (450 versus 480). In Tabel 2.5 is de totale energievraag gepresenteerd voor Schieveste.



Woning / ruimte	aantal	BVO	GBO	Verwarming	Koeling	Tapwater
		[m ²]	[m ²]	[kWh/jaar]	[kWh/jaar]	[kWh/jaar]
Kantoor bestaand ^a		15.000				
School bestaand ^a		10.000				
Kantoor nieuw		20.600		721.000	927.000	-
Voorzieningen		12.200		427.000	549.000	-
Studentwoning	480	33	22	264.000	211.200	432.000
Wonen 1p	300	36	24	180.000	144.000	270.000
Wonen 2p	700	59	40	560.000	560.000	1.260.000
Wonen 2/3 kamers	170	89	61	207.400	207.400	351.900
Wonen-zorg	150	47	32	120.000	120.000	270.000
Wonen 2/3 kamers	600	90	65	780.000	780.000	1.350.000
Wonen 3/4 kamers	300	116	84	504.000	504.000	729.000
Wonen 5 kamers	180	129	95	342.000	342.000	486.000
Wonen lofts	50	146	108	135.000	108.000	135.000
Totaal	2.930			4.240.400	4.452.600	5.283.900

Tabel 2.5 Overzicht energievraag totaalplan Schieveste

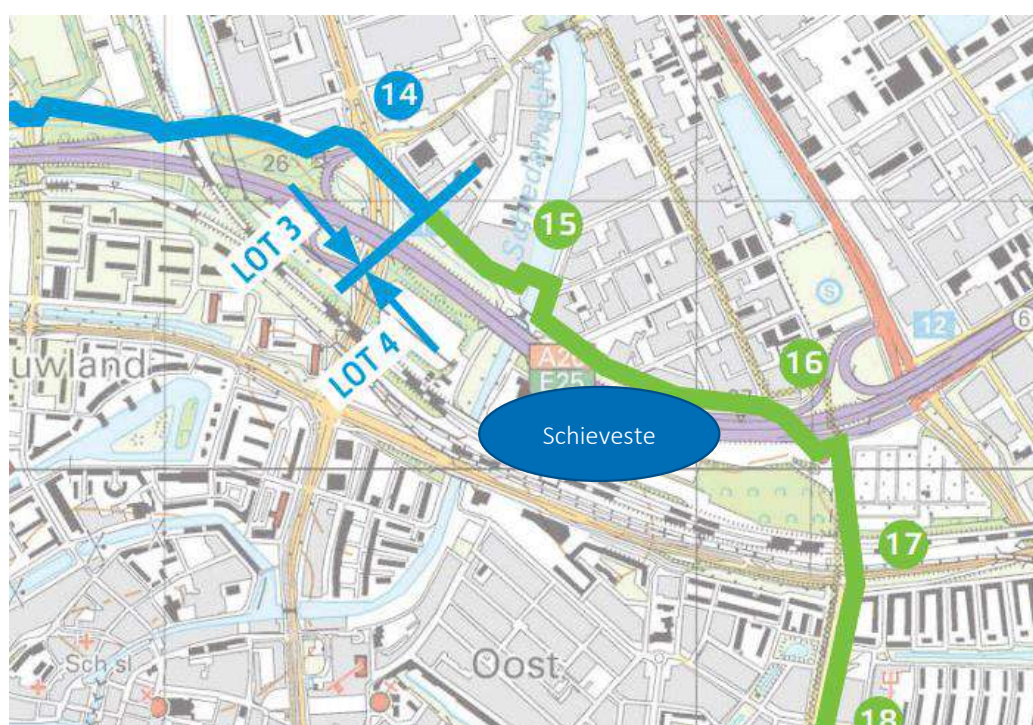
^a De vraag staat uit wat het huidige energieverbruik is van de bestaande school en kantoor.

3 Omgevingscan energie

In potentie zijn verschillende energiebronnen in de omgeving aanwezig die kunnen worden aangewend voor het klimatiseren van de gebouwen. Hieronder wordt per onderwerp een toelichting gegeven op de kansen, risico's en (on)mogelijkheden voor Schieveste.

3.1 Stadswarmte

Nabij Schieveste bevindt zich een primaire leiding van het stadswarmtenet van Eneco (zie figuur 1).



figuur 1 Locatie stadswarmtenet (bron: <https://projecten.eneco.nl/leiding-over-noord/projectgegevens/waarijgt-leiding-over-noord/> d.d. 6 mei 2020).

Bij Eneco is navraag gedaan naar de mogelijkheden om aan te mogen sluiten op hun stadswarmtenet. Noordelijk van de snelweg ligt een transportleiding. De transportleiding heeft alleen de functie transport, en is ongeschikt om hier direct warmte van af te takken richting woningen. Daarvoor dient eerst een primair warmtenet te worden aangelegd, wat geldt als hoofdtransportleiding voor de warmtedistributie naar de woningen en gebouwen.

Uit telefonisch overleg met dhr. Ilmer van Eneco (d.d. 6 mei 2020) zijn de volgende relevante zaken voor Schieveste naar voren gekomen:

- Eventueel is de schaalgrootte van Schieveste op zichzelf al voldoende om speciaal voor dit project een primair net af te takken vanaf de transportleiding. Dit dient nader onderzocht te worden of de businesscase haalbaar is.
- Plannen zijn er om in de komende 10 jaar een primair warmtenet te gaan realiseren in de omgeving van Schieveste. Deze leiding(en) kan eventueel worden doorgelegd richting Schieveste.



- Het stadswarmtenet dat nabij de projectlocatie ligt heeft een hoge EOR, waardoor het behalen van de BENG norm realistisch lijkt te zijn.
- Om in de koelvraag voor Schieveste te kunnen voorzien, is een apart koudenet noodzakelijk. Dit kan onder meer worden gevoed vanuit een (collectieve) WKO installatie of een andere bron voor koude.
- Om een stadswarmtenet rendabel te houden zijn concepten waarbij stadswarmte alleen voor tapwater en als piekvoorziening in te zetten, niet geschikt. Dit heeft te maken met een grote reservering voor pieklast, terwijl er weinig tot geen basislast wordt geleverd.

Voordelen van toepassing van stadswarmte zijn:

- Warmtelevering (ruimteverwarming en tapwater) is geen probleem voor Schieveste.
- Ontzorging: Eneco verzorgt de gehele warmte (en koude) voorziening en vraagt daar een bijdrage in de aansluitkosten voor (BAK).

Nadelen

- Voor tenminste 30 jaar afhankelijkheid van dezelfde energieleverancier.
- Maximale warmtetarieven worden jaarlijks door de ACM vastgesteld. Dit zijn relatief hoge kosten in het gebruik voor de bewoners. Wel heeft Eneco in 2019 en 2020 afgezien van de wettelijk toegestane verhoging.

Aandachtspunten

- Het stadswarmtenet zal waarschijnlijk niet gelijk met de realisatie van fase 1 gereed zijn. Tijdelijke voorzieningen zullen noodzakelijk zijn.
- Wat zijn acceptabele gebruikskosten voor de bewoners? Deze vraag geldt ook voor andere collectieve voorzieningen. Alle collectieve voorzieningen zijn gebonden aan de Warmtewet.
- Schieveste bestaat uit goed geïsoleerde woningen, die worden uitgelegd met een lage temperatuur verwarming (vloerverwarming of aanverwante concepten). Stadswarmte heeft hoge temperaturen (circa 70°C aanvoertemperatuur). Om te voorzien in de warmte voor Schieveste moet de aanvoertemperatuur worden geknepen, om geschikt te zijn voor vloerverwarming.
- Door de aanvoertemperatuur is stadswarmte onder meer geschikt voor oudbouwwoningen (slecht(er) geïsoleerde woningen). Vanuit onder meer de landelijke politiek gaan stemmen op om stadswarmte niet meer te gebruiken voor nieuwbouwwoningen, omdat deze goed op alternatieve wijze kunnen worden verwarmd, en stadswarmte juist voor oudbouw te gebruiken.

3.2 Luchtwarmtepomp

De luchtwarmtepomp gebruikt de buitenlucht als bron voor opwekking. Dit is een zeer beproefde techniek die veel wordt toegepast. Buitenlucht wordt over een warmtewisselaar geleid, waarna het energie afstaat aan een gebouwzijdig circuit.

Luchtwarmtepompen hebben als voordeel dat ze relatief eenvoudig in te passen zijn in woningen. Daarnaast ligt de kostprijs relatief laag. Dit geldt met name voor grondgebonden woningen en kleinschalige appartementcomplexen.

De nadelen van deze toepassing zijn dat het relatief minder energiezuinige warmtepompen zijn:



Door gebruik te maken van de buitenlucht is er veel fluctuatie in de aanvoertemperatuur. Op koude dagen, wanneer er juist extra warmtebehoefte ontstaat, is het temperatuurverschil maximaal. Om toch voldoende warmte te genereren voor de woningen, is extra hulpenergie uit het elektriciteitsnet nodig.

Luchtwarmtepompen maken naar verhouding veel geluid. Bij een opstelling waarbij veel woningen zijn aangesloten op luchtwarmtepompen, bestaat een reëel risico dat een vervelend geluid permanent aanwezig is.

Hoewel de techniek van de luchtwarmtepomp beproefd is, is deze minder geschikt voor grootschalige toepassing en daarmee als primaire energiebron ongeschikt voor Schieveste. Wel kan een luchtwarmtepomp als eventuele piekvoorziening worden ingezet.

3.3 Lage temperatuur aardwarmte

Het principe van lage temperatuur aardwarmte (LTA) gaat uit van bronnen die gerealiseerd worden tot een diepte van circa 1.200 m-mv. Op deze diepte is de aarde van zichzelf warmer dan aan maaiveld. Hier kunnen natuurlijke temperaturen worden aangetroffen die tussen 30 en 45°C liggen. Deze temperaturen zijn geschikt om bijvoorbeeld direct lage temperatuurverwarming aan te sturen, zonder tussenkomst van een aanvullende voorziening, zoals een warmtepomp.

Bodemwarmtesystemen die grondwater onttrekken dieper dan 500 m-mv vallen onder de Mijnbouwwet. Deze wet is in het verleden opgesteld voor de winning van grondstoffen, zoals gas en olie. Bij een aanvraag in het kader van de Mijnbouwwet, wordt een (tijdelijke) concessie verleent voor een bepaald gebied aan één partij. Schiedam, en daarmee Schieveste, vallen binnen een lopende opsporingsvergunning, die is aangevraagd door GeoMEC – Hydreco.

Geomec – Hydreco is bereid mee te denken naar de mogelijkheden van LTA voor Schieveste.

Wel zijn er enkele belangrijke aandachtspunten die gelden voor deze toepassing:

1. Onzekerheid bodem
2. Locatie bronnen
3. Combinatie met extra opslag
4. Kosten

Bodem

Op dit moment is nog niet onderzocht of in de omgeving van Schieveste geschikte watervoerende lagen aanwezig zijn voor de levering van warmte. Van het diepte-traject tussen circa 800 tot 1.200 m-mv is relatief weinig informatie beschikbaar, ondanks dat in de omgeving van Rotterdam / Schiedam wel boringen zijn uitgevoerd voor de oliewinning. Dat heeft te maken met het feit dat binnen het dieptetraject voor LTA, op voorhand bekend was dat zich daar geen grondstoffen bevinden (voornamelijk olie en aardgas). Van deze dieptetrajecten zijn weinig eigenschappen beschreven van het opgeboorde materiaal. Tijdens een proefboring (eerste boring voor een LTA systeem) kan pas worden aangetoond wat de daadwerkelijke capaciteit is van de betreffende bodemlaag. Het kost circa 3 jaar tot en met de oplevering en beproeving van de proefbron, onder meer in verband met vooronderzoek en vergunningen, voordat deze zekerheid kan worden verkregen.



Locatie bronnen

Het doel van een LTA systeem is dat de afstand tussen de productie- en injectiebron op dusdanige afstand van elkaar afliggen, dat het terug geïnjecteerde water de tijd krijgt om weer op te warmen door de warmte van de aarde. De vraag is of beide bronnen binnen het terrein van Schieveste kunnen worden gerealiseerd.

Combinatie met extra opslag

LTA bronnen moeten in principe 24/7 operationeel zijn. Dit heeft te maken met het beperken van risico's op aanslag van het filter (risico op verstopping) in beide bronnen. Ook in de zomer dienen de bronnen operationeel te zijn. Om de opgepompte warmte toch nuttig te kunnen gebruiken, zal waarschijnlijk een combinatie worden gemaakt met Midden Temperatuur Opslag – bronnen (MTO). Feitelijk zijn dit WKO bronnen, maar worden ze op hogere temperatuur geladen. Het vigerend beleid is dat de maximale infiltratietemperatuur bij WKO 25°C bedraagt en dat een warmteoverschot in de bodem niet wordt toegestaan

De MTO kan in de winter worden ingezet om piekvermogen te leveren.

Kosten

Realisatie van een LTA systeem is kostbaar. De investeringen tot en met de realisatie van de eerste testbron bedragen al snel orde grootte van €4 tot 8 M, mede afhankelijk van onder meer de diepte van de boring. Pas na realisatie van deze boring kan worden beproefd of het LTA systeem voldoende energie en vermogen kan leveren.

3.4 Open bodemenergiesystemen (WKO)

In de omgeving van Schiedam zijn al verschillende open bodemenergiesystemen, ook wel WKO genoemd, gerealiseerd. In dit rapport spreken we in het vervolg over WKO. Voor Schieveste is er een bestaande vergunning voor een WKO systeem. Deze voorziet in maximaal 4 doubletten (4 koude en 4 warme grondwaterbronnen) voor het leveren van energie binnen het plangebied. Op dit moment maken het kantoorgebouw van DCMR en het Lentiz college gebruik van een eerste doublet.

Toepassing van WKO als enige voorziening, of in combinatie met overige voorzieningen ligt voor de hand. In hoofdstuk 4 wordt dit nader uitgewerkt.

3.5 Aquathermie

Aquathermie is de verzamelnaam om energie uit water te halen. De bekendste vorm is om oppervlaktewater als energiemedium te gebruiken. Deze toepassing bestaat al lang als proceswater voor onder meer elektriciteitscentrales. Daarbij wordt koude onttrokken en warmte geloosd. Een relatief nieuwe vorm is het onttrekken van warmte uit en lozen van koude in oppervlaktewater. Deze toepassing kan voor Schieveste interessant zijn, onder meer vanwege de aanwezigheid van de Schiedamse Schie.

Het gebruik van aquathermie (in geval van oppervlaktewater) is voor directe energielevering (warmte) beperkt. Dat komt door het aanbod van warmte in de zomerperiode en de vraag naar warmte in de winterperiode. Daar zit hoogstens een kleine overlap in waarbij warmte uit oppervlaktewater kan worden gewonnen.

Aquathermie werkt het best in combinatie met energieopslag. De meest voor de hand liggende koppeling is met WKO. Zoals al te zien is in Tabel 2.4 en Tabel 2.5 is de gecombineerde warmtevraag (ruimteverwarming en tapwater) veel groter dan de koudevraag. Met behulp van een aquathermiesysteem kan in de zomer, wanneer het oppervlaktewater warm is, deze



warmte worden onttrokken uit het oppervlaktewater en toegevoegd aan het grondwatersysteem (WKO). Energetisch gezien is dit zeer efficiënt doordat, bij gebruik making van hogere oppervlaktewater-temperaturen, er weinig hulpenergie nodig is voorde warmteregeneratie.

Voor het oppervlaktewater kan deze toepassing ook gunstig uitpakken. Bekende problemen met warm oppervlaktewater zijn:

- Stilstand
- Botulisme
- Blauwalg

In stilstaande wateren vindt minder menging plaats, waardoor de zuurstofhuishouding minder is. Problemen gerelateerd aan botulisme en blauwalg vinden plaats bij hogere temperaturen van het oppervlaktewater. Met de toepassing van aquathermie wordt lokaal gezorgd voor doorstroming en wordt netto de temperatuur van het oppervlaktewater afgekoeld. In beginsel staan waterschappen daarom overwegend positief tegenover deze toepassing.

Met HH Delfland is contact geweest over hun standpunt ten aanzien van aquathermie. Ze hebben een opzet gemaakt voor een beleidskader. Dit is opgenomen in bijlage 2.

Kort samengevat is warmtewinning uit oppervlaktewater mogelijk, met in achtname van de volgende uitgangspunten:

- Maximale delta T = 5 °C.
- Er mag geen thermische kortsluiting optreden.

3.6 Waterstof

Toepassing van Waterstof in woningen geldt in feite als alternatief voor de traditionele aansluiting op het gasnet, zoals tot juli 2018 gewoon was.

Waterstof wordt in drie verschillende varianten onderscheiden: grijs, blauw en groen. Het betreft in alle gevallen nog steeds hetzelfde molecuul, de bron van de waterstof en productiewijze verschilt echter.

Grijze en blauwe waterstof worden hoofdzakelijk verkregen uit aardgas. Dit is een beproefd concept en in het Botlekgebied zijn bestaande fabrieken waar onder meer waterstof industrieel wordt opgewekt. Grijze en blauwe waterstof hebben beiden een fossiele basis, het verschil tussen deze twee vormen is wat wordt gedaan met de vrijkomende CO₂ uit het productieproces. Bij de bereiding van grijze waterstof komt de CO₂ in de atmosfeer, bij blauwe waterstof wordt deze ofwel in een ondergronds reservoir opgeslagen (denk aan voormalige gasvelden) of wordt bijvoorbeeld gebruikt in de kassenbouw. Beide vormen zijn beschikbaar in de regio Schiedam. Omdat er geen waterstofleiding aanwezig is, en investeringen hoog zijn om speciaal voor Schieveste een leidingnet aan te leggen vanaf de Botlek, zal waterstof per as moeten worden aangevoerd en op locatie worden opgeslagen voor gebruik.

De productie van groene waterstof is een duurzame variant. Water wordt met behulp van een elektrolyser en (duurzaam opgewekte) elektriciteit omgezet naar waterstof. Deze variant stoot bij productie geen broeikasgassen uit en kan volledig duurzaam worden geproduceerd wanneer uitsluitend elektriciteit van bijvoorbeeld windmolens of zonnepanelen wordt gebruikt. Groene waterstof wordt beschouwd als een belangrijke energiebron voor in de toekomst. Op dit



moment is het echter nog niet rendabel, doordat de kostprijs relatief hoog is. Daarmee is het een brandstof die kan concurreren met diesel en benzine voor transport, maar niet voor de levering van warmte.

Waterstof in de gebouwde omgeving is iets nieuws in Nederland. Op enkele locaties vinden pilotprojecten plaats waarbij wordt onderzocht of waterstof in het bestaande gasnet kan worden toegevoegd. Deze ontwikkeling is voor Schieveste niet aan de orde, aangezien er geen gasnet komt te liggen.

Daarnaast wordt op beperkte schaal geëxperimenteerd met waterstof als primaire warmtebron. Dit zijn kleine projecten waarin onder meer het doel is om kennis te winnen.

Door OCS is aangegeven dat ze, mede gezien de schaalgrootte van Schieveste, gebruik willen maken van beproefde technieken. Toepassing van waterstof is dit (nog) niet. Daarnaast is op dit moment nog niet voldoende groene waterstof beschikbaar (en tegen een concurrerende prijs), waardoor gebruik zal moeten worden gemaakt van blauwe of grijze waterstof. Daarmee wordt nog steeds op indirecte wijze fossiele brandstof gebruikt voor het verwarmen van woningen en doet dit afbreuk aan de ingezette energietransitie. Conclusie is dat waterstof geen geschikte energiebron is voor Schieveste omdat:

- Het nog geen beproefde techniek is en derhalve ongeschikt voor een grootschalige ontwikkeling, zoals Schieveste;
- Op dit moment onvoldoende duurzaam geproduceerde (groene) waterstof kan worden geleverd;
- De kostprijs van groene waterstof dermate hoog is, dat deze op dit moment alleen kan concurreren met autobrandstoffen. Toepassing van groene waterstof zal resulteren in hogere energierekeningen voor bewoners.

3.7 All electric

Bij zeer goed geïsoleerde woning wordt fors geïnvesteerd in bouwkundige maatregelen om de warmtevraag van de woning te reduceren. De lage warmtevraag maakt het verdedigbaar om de installaties eenvoudiger uit te voeren. Elektrische verwarming met infrarood verwarming gecombineerd met elektrische radiatoren vragen een lage investering en zijn eenvoudig in te bouwen en te vervangen. Met dergelijke systemen kan zeer gericht per ruimte worden bepaald welke ruimtetemperatuur nodig is. De opwarmingsnelheid is hoog waardoor alleen verwarmd hoeft te worden wanneer dit gevraagd wordt.

Een combinatie van lucht en stralingswarmte maakt dat een lagere ruimtetemperatuur door de stralingswarmte al als comfortabel wordt beschouwd.

Een nadeel van deze systemen is het slechte rendement waardoor de energiekosten over het algemeen hoger zijn. Het verbruik is ook sterk afhankelijk van het gebruik van de woning en het gedrag van de gebruikers. Tapwater dient ook elektrische te worden verwarmd in een boiler of doorstroom toestel. We zien weer warmtepompboilers toegepast worden om tapwater efficiënter op te wekken. Dit heeft echter weer een negatief effect op de warmtevraag van de woning.

In de all-electric variant is koeling niet voorzien. Dit vraagt dus aanvullende maatregelen zoals buitenzonwering, overstekken, minder beglazing of zomernachtventilatie om te kunnen voldoen aan de TO_{juli} vanaf 2021.



In de BENG eisen wordt bij appartementen geëist dat 40% van de energie duurzaam wordt opgewekt. Daar waar bij warmtepompen de bron (WKO of buitenlucht) als duurzame bron wordt aangemerkt, ontbreekt dit volledig bij de all-electric variant. Hierdoor dient alle duurzame energie door PV-panelen op het appartement te worden opgewekt. Dit is meestal niet eenvoudig haalbaar door het gebrek aan dakvlak om panelen te plaatsen.

Enkele aandachtspunten

- Eenvoudig gebruik en installatie
- Lagere investeringskosten in de installaties
- Hogere energielasten
- Veel ruimte nodig voor PV-panelen
- Lage COP (rendement)
- Tapwater middels warmtepompboiler of ook elektrisch
- Oppassen met opgesteld vermogen anders hoger vastrecht
- Alternatieve maatregelen nodig om oververhitting te voorkomen
- modulair

Aanvullend hierop willen we nog opmerken dat een stralingspaneel een goede aanvulling kan zijn op een warmtepompsysteem met vloerverwarming. Mensen hebben soms behoefte aan stralingswarmte, bij voorbeeld na een wandeling in de winter. “Even lekker opwarmen op de kachel”. Met een laag temperatuur vloerverwarmingssysteem duurt het een paar uur en veel energie voordat een hogere temperatuur wordt bereikt in de woning. Een infrarood paneel kan binnen een paar minuten deze behagelijkheid geven op de gewenste plaats.

3.8 Conclusie

Van de hierboven beschreven potentiële energiebronnen/- systemen voor Schieveste zijn enkele conclusies te maken welke mogelijk geschikt zijn:

WKO als onderdeel van de energievoorziening is haalbaar. Om Schieveste volledig te voorzien van warmte vanuit WKO is een significante uitbreiding van de huidige vergunning (Grond)Waterwet noodzakelijk. In combinatie met een aquathermiesysteem kan op efficiënte wijze actief worden gestuurd op een energiebalans.

Voor stadswarmte liggen er plannen om in de komende 10 jaar een primair net aan te leggen in de omgeving van Schieveste. Dit biedt potentie om tegen acceptabele kosten (BAK) aan te kunnen sluiten op het stadswarmtenet. Een separate voorziening voor koeling is wel noodzakelijk, er zal een extra koudenet nodig zijn. Wel is er een kritische noot ten aanzien van de toepassing van stadswarmte voor nieuwbouwwoningen: Stadswarmte is een hoge temperatuurverwarming, de nieuwbouwwoningen hebben echter lage temperatuurverwarming nodig. Er gaan steeds meer stemmen op om stadswarmte te reserveren voor oudbouw en nieuwbouwwoningen te voorzien van lage temperatuur warmte middels o.a. warmtepompen.

Waterstof wordt gezien als een belangrijke brandstof in de toekomst. Op dit moment zijn er alleen enkele kleinschalige pilots bezig om de mogelijkheden van waterstof in de gebouwde omgeving te onderzoeken. Grootschalige inzet van waterstof kan pas wanneer meer kennis en ervaring is opgedaan met de toepassing van waterstof in de gebouwde omgeving. Daarnaast liggen de gebruikskosten hoger dan bij alternatieve voorzieningen, doordat productie van



groene waterstof duurder is dan alternatieven. Dit zorgt voor hogere energierekeningen van bewoners. Waterstof is daarmee als primaire warmtevoorziening niet wenselijk voor Schieveste doordat de techniek verder moet worden ontwikkeld en de gebruikskosten van groene waterstof hoger liggen dan bij alternatieve vormen van verwarmen.

De luchtwarmtepomp en all- electric zijn minder geschikt voor grootschalige toepassing vanwege geluidproductie (luchtwarmtepomp) en de benodigde energie (met name all- electric). Beide toepassingen kunnen wel als aanvullende (piek)voorziening worden ingezet en bieden daar verschillende mogelijkheden voor in combinatie met bijvoorbeeld WKO.

Toepassing van lage temperatuur aardwarmte kan mogelijk worden toegepast. Daarvoor dient eerst een nader geologisch onderzoek te worden uitgevoerd of op de locatie geschikte aardlagen aanwezig zijn. Pas na realisatie van een eerste bron kan zekerheid worden verkregen wat de capaciteit is van de bodem en of dit voldoende is voor Schieveste. Dit vraagt een forse voorinvestering van circa €4- 8 M, zonder dat aan de voorkant zekerheid is dat deze investering zich terugbetaalt. De doorlooptijd voor de realisatie en beproeving van de eerste bron bedraagt circa 3 jaar, voordat bekend is wat daadwerkelijk mogelijk is. Vanwege onzekerheden, fasering en hoge investeringskosten

Eindconclusie

Voor Schieveste is de combinatie van WKO met aquathermie de meest geschikte toepassing om te voorzien in de koude- en warmtevraag voor de gebouwen. Afhankelijk van de behoefte zijn aanvullende voorzieningen mogelijk, waarbij met name all-electric (infrarood panelen) op individueel woningniveau geschikt zijn. De panelen kunnen zowel voor als piekverwarming worden ingezet en als extra comfort. Voor de collectieve WKO installatie kan optioneel worden gekeken om luchtwarmtepompen mee te nemen in het ontwerp. Deze kunnen worden ingezet als aanvullende piekvoorziening, wanneer het WKO systeem onvoldoende toereikend is. In een vervolgfase kunnen per gebouw en per type woning verdere keuzes worden gemaakt ten aanzien van de energievoorzieningen.



4 Dimensionering

Met als uitgangspunten dat:

- a) OCS gebruik wil maken van beproefde technieken;
- b) Er een vergunning ligt voor een WKO,

wordt in dit hoofdstuk nader onderzocht wat de mogelijkheden voor een WKO systeem zijn voor Schieveste. Dit WKO systeem kan zowel interessant zijn als enige energievoorziening, of bijvoorbeeld in combinatie met stadswarmte.

4.1 Bodempotentie

De bodemopbouw in Schiedam en omgeving is zeer heterogeen. Dat wil zeggen dat de bodem afwisselend uit klei, zand, veen en leem bestaat. De aanwezige zandlagen zijn overwegend van een fijne fractie met een lagere doorlatendheid. Dieptes waar geschikte zandlagen voor een WKO systeem voorkomen zijn zeer lokaal. Algemeen geldt in deze regio dat boringen tot een diepte van circa 220 m-mv dienen te worden doorgezet om de maximale capaciteit te behalen. Het maximale grondwaterdebiet ligt tussen de 90 tot 125 m³/h (in de huidige vergunning (Grond)Waterwet is vastgelegd dat het maximale debiet van de grondwaterbronnen 100 m³/h bedraagt).

Op basis van de boorbeschrijvingen van het gerealiseerde systeem, lijken bronnen van 110 m³/h mogelijk te zijn. Aandachtspunt daarbij is dat wordt afgeweken van de standaard ontwerpnormen, zoals vastgelegd in de BRL 11001. Dit hoeft in basis geen probleem te zijn, aangezien de BRL handvatten biedt om -onderbouwd- af te wijken van ontwerpnormen.

Mogelijk ligt de bodempotentie nog iets hoger:

De warme bron van Schieveste is doorgezet tot 200 m-mv. Ervaring in Rotterdam leert dat vaak nog geschikte zandlagen worden aangetroffen in het traject tot circa 220 m-mv. Advies is om bij realisatie van de eerste nieuwe bron, deze tot circa 220 m-mv door te zetten, om na te gaan of in Schiedam ook nog geschikte zandlagen worden aangetroffen in het onderste deel van het opslagpakket.

4.2 Energievraag aan de hand van een bodemenergiesysteem.

Op basis van de inschatting van de energievrage voor Schieveste (zie ook Tabel 2.4 en Tabel 2.5) is een inschatting gemaakt van de grondwaterzijdige (energetische) uitgangspunten. Dit is voor zowel fase 1 (Tabel 4.1) als het totaalplan (Tabel 4.2) gedaan.

Parameter	Eenheid	Verwarmen (ruimteverwarming + Koeling tapwater)	
Energievraag woningen + gebouwen	kWh/jaar	2.705.350	1.020.650
Energievraag WKO systeem	kWh/jaar	1.813.00	919.000
Gemiddelde waterplaatsing	m ³ /jaar	313.000	158.000
Debiet	m ³ /uur	313	265

Tabel 4.1 Dimensionering WKO systeem voor fase 1



Op basis van de kengetallen kan fase 1 volledig binnen de bestaande vergunning (Grond)Waterwet voor Schieveste worden voorzien van een WKO systeem. Een belangrijk aandachtspunt vormt de energetische onbalans: koude vult maar circa 50% van de warmtevraag in. Door structureel meer warmte aan de bodem te onttrekken en koude toe te voegen, zal een groot koudeoverschot in de bodem ontstaan, met een zeer grote waarschijnlijkheid op thermische kortsluiting in de warme bronnen. Dit is vanuit exploitatieoogpunt niet wenselijk en juridisch gezien verboden. Belangrijk is dat middels warmteregeneratie in de zomer, de warme bronnen voldoende worden geladen met warmte en de koude wordt vernietigd.

Parameter	Eenheid	Verwarmen (ruimteverwarming + tapwater)	Koeling
Energievraag woningen + gebouwen	kWh/jaar	9.524.300	4.452.600
Energievraag WKO systeem	kWh/jaar	6.468.000	4.007.000
Gemiddelde waterplaatsing	m ³ /jaar	1.115.000	691.000
Debiet	m ³ /uur	1.115	1.152

Tabel 4.2 Dimensionering WKO systeem totaalplan Schieveste

Om Schieveste volledig te voorzien van een WKO systeem zijn circa 10 tot 12 doubletten nodig. Dit zijn veel meer bronnen dan nu vergund (4 doubletten). Binnen de contouren van Schieveste is onvoldoende ruimte om het benodigd aantal grondwaterbronnen te kunnen plaatsen. Daarnaast is op basis van bovenstaande gegevens een energetische onbalans van circa 2.500 MWh_{thermisch} op jaarbasis, waarbij meer warmte dan koude wordt gebruikt. Dit aandeel warmte dient te worden geregenereerd.

4.2.1 Toepassing stadswarmte en WKO

Indien gekozen wordt om een combinatie toe te passen van stadswarmte voor de ruimteverwarming en tapwater, met WKO als koeling, zal een overschot aan warmte in de ondergrond ontstaan. Dit mag juridisch gezien niet. In dit geval zal koude- regeneratie moeten plaatsvinden. Dit kan middels bijvoorbeeld droge koelers of optioneel middels aquathermie. Omdat het in dit geval om het lozen van warmte gaat, is de verwachting dat het bevoegd gezag (Hoogheemraadschap van Delfland) hier zeer kritisch over is. Droge koelers zijn in principe altijd mogelijk.

4.3 Regeneratie

Schieveste heeft structureel meer warmte- dan koudevraag om te voorzien in koeling en ruimteverwarming + tapwater. Netto wordt meer warmte uit de bodem onttrokken en meer koude geïnfiltrerd. Zonder maatregelen resulteert dat in netto afkoeling van de bodem en kans op zogeheten thermische kortsluiting, waarbij afgekoeld grondwater uiteindelijk door een warme bron wordt onttrokken. Dit mag juridisch gezien niet. Daarnaast speelt mee dat kouder (grond)water nog steeds kan worden gebruikt voor verwarmen, maar kost dit veel meer hulpenergie (elektriciteit). Dit resulteert uiteindelijk in hogere energierekeningen. Om dit soort problemen te voorkomen is het essentieel dat structureel warmte wordt geregenereerd. De voor Schieveste meest voor de hand liggende opties zijn de toepassingen van:

- Droge koelers



- Aquathermie
- Zonnecollectoren op het stationsdak

Droge koelers

Toepassing van droge koelers is een bewezen techniek. Feitelijk zijn het grote ventilatoren die in geval van Schieveste worden gebruikt om koude te vernietigen en warmte in te vangen.

Aquathermie

Zoals ook al in paragraaf 3.5 benoemd, wordt bij aquathermie energie uit oppervlaktewater gewonnen en afgestaan aan het grondwatersysteem (WKO).

Op basis van een energetische onbalans van 2.500 MWh thermisch op jaarbasis en 2.000 vollasturen dat het operationeel is, is een systeem benodigd van circa 215 m³/h bij een maximale delta T van 5 °C. Dit is een relatief groot systeem, maar lijkt in eerste instantie haalbaar. Het Hoogheemraadschap van Delfland onderkend de potentie van aquathermie. Landelijk is nog geen beleid geformuleerd. Daarentegen heeft Delfland een (concept) beleidsnotitie opgesteld hoe thermische lozingen worden beschouwd. Op basis van de berekenmethodiek uit de beleidsnotitie zal een grote afstand noodzakelijk zijn tussen het inname- en lozingspunt van circa 500 m.

Zonnecollectoren

Mogelijk worden op de stationshal van station Schiedam zonnepanelen geplaatst. Dit biedt mogelijkheden om extra warmte in te vangen met een aanvullend leidingsysteem: Zonnepanelen kunnen zeer warm worden. Door leidingen onder de zonnepanelen te plaatsen, waar water doorheen stroomt, kan een deel van deze warmte worden overgedragen aan het water. Dit water kan vervolgens langs een warmtewisselaar worden geleid waar de warmte wordt overgedragen aan het WKO systeem.

Bijkomend voordeel is dat zonnepanelen hogere rendementen behalen wanneer ze worden gekoeld.

Optimalisatieslagen

Bij het bepalen van de energetische uitgangspunten voor het grondwatersysteem zijn enkele conservatievere aannames gedaan. Bij de uitwerking en het ontwerp van een WKO systeem kan worden onderzocht in hoeverre brontemperaturen beter gestuurd kunnen worden en daarmee hogere delta T's worden behaald. In deze berekening is uitgegaan van een delta T van 5°C. Dit kan zeker worden behaald. Kansen liggen er door o.a. goede systeemintegraties en onderlinge energie-uitwisseling tussen bijvoorbeeld kantoren en woningen om de energievraag en het vermogen vanuit het grondwatersysteem te reduceren. Dit biedt naar verwachting niet voldoende ruimte om de bronnen binnen de contouren van Schieveste te positioneren en zal gekeken moeten worden naar alternatieve bronlocaties. Te denken valt onder meer aan het Volkstuinencomplex aan de oostzijde van Schieveste.

Toepassing van aquathermie heeft twee potentiële extra voordelen:

- Direct warmtelevering (in plaats vanuit de WKO)
- Gericht sturen op het verhogen van brontemperaturen (de warme bronnen worden op hogere temperaturen geladen)



Warmtelevering

Vanaf september kan er behoefte zijn aan ruimteverwarming. In plaats van de benodigde warmte te onttrekken uit het WKO systeem, kan ook gebruik worden gemaakt van het oppervlaktewater. De temperatuur van het oppervlaktewater is in de periode september - oktober gemiddeld boven de 15°C. Bij deze temperatuur kan direct warmte worden onttrokken van het oppervlaktewatersysteem. Deze warmte kan vervolgens worden ingezet voor ruimteverwarming en eventueel voor tapwater. Door gebruik te maken van het oppervlaktewatersysteem, worden de warme bronnen van het WKO systeem niet gebruikt en blijft de warmte beschikbaar voor het winterseizoen.

Verhogen brontemperaturen

De aquathermie wordt gericht ingezet bij hogere temperaturen van het oppervlaktewater. Door de grondwaterbronnen te laden met hogere temperaturen, kan het energiesysteem werken met hogere delta T's: het verhogen van een delta T van bijvoorbeeld 5 naar 6 °C levert 20% extra vermogen op. Dit kan meerdere dubletten schelen. Een aandachtspunt is dat in een kortere tijd eenzelfde hoeveelheid energie met het oppervlaktewatersysteem moet worden geladen. Dit resulteert in een hoger debiet en een grotere koudelozing op de Schiedamse Schie. Een grotere lozing kan lastiger vergunbaar zijn, of dat er extra eisen en restricties gaan gelden ten aanzien van de koudelozing.

In een vervolgfase dient dit nader onderzocht te worden.

4.4 Analyse WKO Schieveste 2

In de omgeving van Schieveste zijn meerdere systemen gerealiseerd, waaronder het systeem van DCMR en het Lentiz College. Van dit systeem zijn de boorbeschrijvingen (opgenomen in de effectenstudie van Schieveste 5 (Installect Advies BV, rapportnummer 1096/R/WB/02, d.d. maart 2012)) en de onderhoudsrapportages van 2018 en 2019 gecontroleerd. Hieronder beschrijven we beknopt welke conclusies kunnen worden getrokken uit de gerealiseerde bronnen. Deze input wordt gebruikt voor het bepalen van de energiepotentie binnen de contouren van Schieveste.

Filterstelling

Voor het bepalen van de broncapaciteit wordt gekeken naar geschikte zandlagen en hoeveel meter daarvan gebruikt kan worden voor de filterstelling. De gerealiseerde bronnen op Schieveste 2 hebben 44 m (warme bron) en 46 m (koude bron) filter. De gemiddelde doorlatendheid van de zandlagen waar filter is gesteld bedraagt circa 11 m/dag.

Bronontwerp gerealiseerde bronnen

De bronnen zijn gerealiseerd met een diameter van 700 mm. In basis gelden voor WKO bronnen de volgende uitgangspunten:

- Een grotere diameter levert een hoger debiet
- Een 800 mm boring wordt normaliter als de maximale boordiameter beschouwt.

Ervaring in de omgeving Rotterdam leert dat het wenselijk kan zijn om WKO bronnen, bij benutting van de maximale capaciteit, op een smallere diameter te realiseren. Veelal wordt dan gekozen voor een 700 mm boring. Dit wordt gedaan om de bronnen beter te kunnen ontwikkelen (schoonmaken). Een en ander kan inhouden dat bij benutting van de maximale broncapaciteit wordt afgeweken van de geldende ontwerpnormen, zoals deze zijn vastgelegd in de BRL 11000 / 11001, waaraan zowel ontwerp als realisatie van WKO systemen moet voldoen.



De BRL biedt wel de mogelijkheid om af te wijken van de ontwerpnormen. Dit dient formeel te worden vastgelegd in documentatie en bewaard in het projectdossier. Een auditeur (in het kader van de BRL 11000) kan hier naar vragen.

Debiet

De bronnen van Schieveste 2 zijn ontworpen op een debiet van 100 m³/h. Op basis van berekeningen aan de hand van de boorbeschrijvingen, lijken brondebieten tot 110 m³/h haalbaar.

Kans

Bronpompen worden specifiek geselecteerd voor onder meer het benodigde debiet. De pompen hebben gemiddeld genomen een levensduur van circa 12 jaar (gemiddelde bandbreedte 10 tot 15 jaar). Wanneer de bronpompen vervangen moeten worden, kan gekeken worden of het haalbaar is om de broncapaciteit te vergroten naar 110 m³/h. Voor het verruimen van het debiet moet altijd een wijzigingsvergunning worden aangevraagd bij het bevoegd gezag. Aangezien naar alle waarschijnlijkheid de nog te realiseren grondwaterbronnen en het totaal aantal bronnen zullen wijzigen, kan dit integraal in een nieuwe (wijzigings) vergunningaanvraag worden opgepakt.

4.5 Energiepotentie

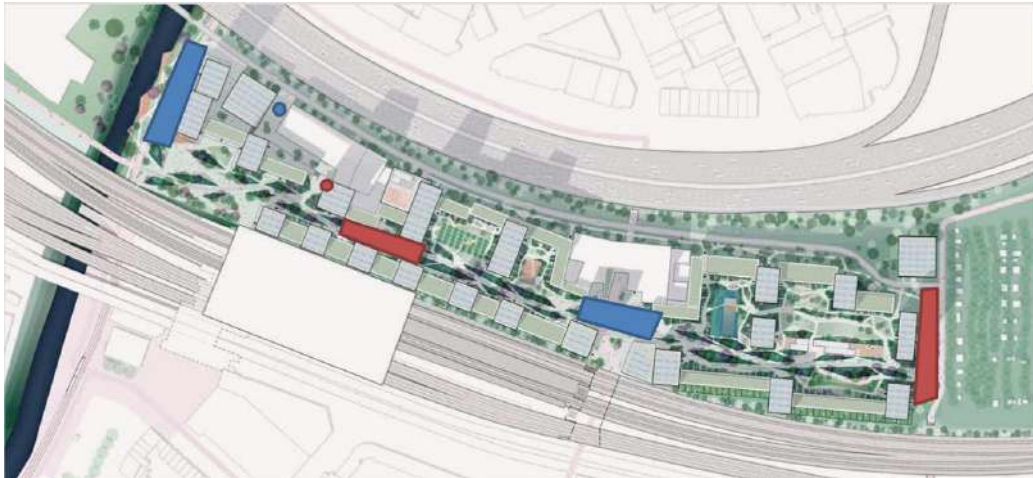
Voor het bepalen van de maximale energiepotentie binnen Schieveste zijn een aantal aannames gedaan. Deze zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Parameter	Eenheid	Aantal	Opmerking
filterlengte	[m]	45	Voor de berekening wordt uitgegaan van 4 filtersegmenten en wordt gerekend met 53 m effectieve zandlagen voor de waterlevering. ¹
debiet	[m ³ /h]	110	o.b.v. 53 m effectief filterpakket
gemiddelde waterverplaatsing	[m ³ /seizoen/bron]	110.000	
minimale onderlinge bronafstand gelijke bronnen	[m]	15	bij voorkeur 20 m onderlinge afstand. 15 m geldt als harde ondergrens.
maximaal aantal bronnen geclusterd -		4	
minimale bronafstand warm + koud (enkele bron)	[m]	90	Uitgangspunt is 2,5 x thermische afstand.
minimale bronafstand warm + koud geclusterd	[m]	140	Betreft een indicatief getal. Dit moet in een vervolgfase worden gemodelleerd.

Tabel 4.3 Randvoorwaarden WKO bronnen

¹ Bij het plaatsen van filter wordt ten alle tijden minimaal 1 m afstand gehouden tot de minder geschikte lagen. Deze zandlagen dragen echter wel bij aan de levering van grondwater voor de WKO bronnen. Bij bijvoorbeeld 10 m filter, draagt tenminste 12 m aan geschikte zandlagen bij aan de waterlevering. De gerealiseerde bronnen van Schieveste zijn in 5 en 6 segmenten gerealiseerd. De aanname van 4 segmenten is realistisch voor Schieveste.

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten uit Tabel 4.3 is een opzet voor de bronlocaties gemaakt. In figuur 2 zijn zoekgebieden opgenomen waar de koude en warme bronnen gepositioneerd kunnen worden. Per zoekgebied kunnen in principe 4 bronnen worden gerealiseerd. Mogelijk kunnen de bestaande koude en warme bron daarbij als extra bron fungeren. Dit houdt uiteindelijk in dat binnen Schieveste 8 tot 9 doubletten gerealiseerd kunnen worden.



figuur 2 Zoeklocaties bronnen

Een eerste indicatieve berekening naar de hydrologische effecten laat zien dat deze significant zijn. In de bronnen wordt een maximale verlaging c.q. verhoging verwacht van circa 11 tot 12 m. Dit vormt een technisch aandachtspunt, maar de bronnen kunnen hier bij een degelijk ontwerp aan voldoen. Wel vormt de mogelijke invloed op de A20 en het spoor een belangrijk aandachtspunt in verband met mogelijke zetting.

Daarnaast moet kritisch worden bekeken of de bestaande bronnen van Schieveste 2 met deze extra verlaging nog kunnen functioneren. Dit heeft te maken met de inbouwdiepte van de bronpompen en de benodigde overdruk om ontgassing tegen te gaan. Daarnaast ligt aan de overzijde van de Schie de koude bron van Schieveste 5. Onbekend is of deze al gerealiseerd is. Wel dient hier tenminste juridisch gezien rekening mee te worden gehouden. Op basis van de indicatieve berekening kan een extra invloed, als gevolg van de bronnen van Schieveste 2, van circa 4 m optreden. Indien de bronnen al gerealiseerd zijn, dient onderzocht te worden of de bronpompen diep genoeg kunnen worden geplaatst.

Er nu op voorhand van uitgaande dat de technische aandachtspunten van de bestaande bronnen kunnen worden opgelost, kan in potentie met 9 doubletten voorzien worden in circa 900 tot 990 m³/h aan vermogen. Dit ligt dicht bij het nu ingeschatte benodigde vermogen van circa 1150 m³/h, bij een delta T van 5. Wanneer actief gestuurd wordt op een delta T van 6, volstaat een debiet van circa 930 m³/h. Daarmee lijkt een energiesysteem dat hoofdzakelijk uit WKO bestaat en binnen de plancontouren blijft, haalbaar.

In de berekeningen voor de energievraag binnen Schieveste en de daaraan gekoppelde dimensionering voor het WKO systeem is uitgegaan van 100% levering vanuit het WKO systeem. Door straks slim gebruik te maken van het ringnet kan een deel van de benodigde energie al uit het ringnet worden gehaald, zonder dat daar grondwaterbronnen voor nodig zijn. Dit is tevens mogelijk binnen de gebouwen. Daarnaast kan een deel van de energie (warmte) direct worden

geleverd vanuit het aquathermiesysteem. Met al dit soort systeemoptimalisaties, kan de benodigde energievraag vanuit het WKO systeem worden gereduceerd.

Daarnaast zijn nu aannames gedaan met betrekking tot de gebouwschil. Aanpassingen aan de mate van isolatie heeft directe invloed op de energievraag en het benodigde vermogen voor de woningen.

In het vervolg dient hier extra aandacht aan te worden besteed om daarmee uiteindelijk te komen tot een definitief energieconcept voor Schieveste.

4.6 Aandachtspunten

Bestaande bronnen

Realisatie bouwwerkzaamheden bij bestaande bronnen

WKO bronnen zijn verstoringgevoelig bij zware trillingen als gevolg van bijvoorbeeld heiwerkzaamheden of zwaar transport. Worst-case kan blijvende schade ontstaan aan de bronnen, waarbij deze uiteindelijk vervangen moeten worden. Deze punten gelden zowel voor de bestaande bronnen van DCMR, alsook de nog te realiseren overige bronnen voor Schieveste. Tijdens bouwwerkzaamheden in de directe nabijheid van WKO bronnen moet daarom

Mitigerende maatregelen zijn onder meer:

- Bronnen uitzetten tijdens werkzaamheden in de nabijheid van de bronnen. Om toch te kunnen voorzien in warmte / koude voor de gebouwen, kan een tijdelijke (mobiele) warmtepomp worden aangesloten.
 - o Indien mogelijk heeft het de voorkeur om de bronnen in een overgangseizoen (lente / herfst) uit te zetten. In deze periode kan waarschijnlijk (deels) onderling energie worden uitgewisseld tussen de verschillende woningen en gebouwen in verband met kans op gelijktijdig zowel warmte- als koudevraag. Daarnaast hoeft de tijdelijke warmtepomp waarschijnlijk minder vermogen te leveren omdat pieksituaties (maximale koude- of warmtevraag) in deze periode meestal niet voorkomen.
- Heipalen trillingsarm aanbrengen.
- In verband met garanties / aansprakelijkheidsclaims is het te adviseren om zowel vooraf als na afloop van de werkzaamheden een schouw te doen naar het functioneren van de bronnen. Te schouwen parameters zijn ten minste: verlaging in de bron, zand- en slibhoudendheid van het onttrokken grondwater.

Inpassing bestaande bronnen DCMR toekomstige situatie

De bestaande bronnen voor DCMR hebben een pompkamer van 28 m. De pompkamerdiepte is berekend onder meer aan de hand van de te verwachten verlaging in de bron die hier kan optreden. Op basis van eerste verkennende berekeningen, kan een significante extra verlaging in de bestaande bronnen van DCMR ontstaan als gevolg van de extra verlaging door de nieuwe bronnen. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid er toe zorgen dat de bestaande alarmniveaus in de regelsoftware voor de bronnen moeten worden aangepast. Dit is een relatief kleine aanpassing. Belangrijker is dat moet worden nagegaan of in de eindsituatie de bronpomp voldoende diep hangt om ontgassing van het grondwater te voorkomen. Dit laatste punt is van belang om na te gaan of de bestaande bronnen kunnen blijven bestaan, of moeten worden afgedicht.



Advies is om na te gaan wat de maximale verlaging in de bronnen kan zijn. Waarschijnlijk kunnen deze bronnen nog een tijd functioneren, totdat er veel extra bronnen zijn bijgeplaatst en de totale verlaging in de bronnen van DCMR te groot wordt.

Aandachtpunten nieuwe bronlocaties

In figuur 2 zijn de zoekgebieden voor de koude en warme bronnen weergegeven. Voor het bepalen van de bronlocaties binnen deze zoekgebieden zijn enkele aandachtspunten:

- Bronnen moeten altijd bereikbaar blijven voor een onderhoudsploeg met bus.
- De grondwaterpompen hebben een technische levensduur van circa 10 tot 15 jaar. Om deze te kunnen vervangen moet een minimale vrije hoogte boven de bron beschikbaar zijn meer dan 4 meter.
- De putbehuizing heeft normaliter een afmeting van 2 * 2 m aan maaiveld.
- Bij realisatie van bronnen nabij bestaande funderingspalen geldt de standaardregel dat de afstand meer dan 10 x de boordiameter dient te bedragen om zonder aanvullende voorzieningen de bronnen te kunnen realiseren. Indien bronnen dichterbij worden geplaatst, wordt normaliter een casing geplaatst tot circa 5 m onder de nabijgelegen funderingspaal.
- Verbindend kabel- en leidingwerk van de bronnen naar de gebouwen dient een minimale gronddekking van 0,8 m te hebben.

4.7 Vergunningen

Voor Schieveste is een bestaande vergunning voor 4 doubletten. Deze is ontoereikend met betrekking tot het benodigde grondwaterzijdige vermogen. Een wijzigingsvergunning moet worden aangevraagd bij de Omgevingsdienst Haaglanden (ODH). Gezien de significante wijzigingen (gewijzigde en aantal bronlocaties, bronvermogen) kan ODH er ook toe besluiten om de huidige vergunning in te (laten) trekken en een compleet nieuwe vergunning aan te vragen. We adviseren om tijdig in gesprek te gaan met ODH om dit voor te leggen. Ten aanzien van de benodigde werkzaamheden heeft dit weinig impact.

Om een nieuwe vergunning te verkrijgen voor het benodigde debiet dienen de volgende juridische stappen te worden doorlopen:

- MER beoordelingsprocedure
 - o Benodigd document: MER beoordelingsnotitie
- Aanvraag in het kader van de Waterwet
 - o Benodigd document: Effectenstudie en de uitkomst van de MER beoordelingsprocedure

Voor de MER beoordelingsprocedure wordt een MER beoordelingsnotitie opgesteld. Effecten van het voorgenomen WKO systeem van Schieveste worden beschouwd ten opzichte van de verplichte MER hoofdstukken. Normaliter wordt de MER beoordelingsnotitie beknopt opgesteld, waarbij de effectenstudie, benodigd voor de Waterwet, als bijlage wordt meegestuurd. In de effectenstudie worden uitgebreid de effecten op de omgeving en de verschillende belangen beschreven.

4.7.1 Proceduretijd

De MER beoordelingsprocedure duurt normaliter 6 weken, met de mogelijkheid tot 6 weken verlenging.



De vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet kent 2 verschillende procedures: de reguliere en de lange procedure. Gezien de grootte van het toekomstige systeem zal de lange procedure worden gebruikt.

Na circa 3 maanden wordt een ontwerpbeschikking uitgebracht, waarop een zienswijze mag worden ingediend. De inzagetermijn is 6 weken. Na afloop worden eventuele zienswijze beantwoord in de definitieve beschikking. Deze dient na 6 maanden te worden uitgebracht. De Definitieve beschikking ligt dan nog 6 weken ter inzage, waarbij nogmaals zienswijzen mogen worden ingebracht. In praktijk komt het er op neer dat alleen partijen die eerder een zienswijze hebben ingediend, hier nogmaals verder op in mogen gaan. Na deze 6 weken is de vergunning onherroepelijk.

Samenvattend:

- 6 weken MER beoordelingsprocedure
- 7,5 maanden Waterwet

Advies is om in een vroeg stadium met ODH in gesprek te gaan om vooraf na te gaan waar de (juridische) aandachtspunten zijn en hoe wordt omgegaan met de bestaande vergunning.



5 Elektraverbruik

5.1 Uitgangspunten gebouwen

Voor Schieveste is een inschatting gemaakt van de te verwachten elektravraag. Deze is opgedeeld in enerzijds het huishoudelijk gebruik en anderzijds de benodigde onderdelen voor het klimatiseren van de woningen en gebouwen.

Voor het bepalen van de energievraag zijn enkele aannames gedaan, deze zijn gebaseerd op de ISSO 82.5. Dit geldt voor het bepalen van het elektraverbruik, los van de energieopwekking.

Voor woningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd (Tabel 5.1)

Onderdeel	Aantal	Eenheid	Opmerking
Huishoudelijk verbruik	26	kWh/m ² GBO/jaar	minimale verbruik 1.800 kWh/jaar; maximaal verbruik 2.600 kWh/jaar
Gebalanceerde ventilatie	125	kWh/jaar	
hulpenergie	110	kWh/jaar	Energie benodigd voor o.a. regelingen en pompen in de woning

Tabel 5.1 Uitgangspunten elektraverbruik woningen

Naast de woningen bestaat Schieveste uit bestaande en toekomstige kantoren, een bestaande school en voorzieningen in de plinten. De gehanteerde uitgangspunten voor deze type gebouwen is opgenomen in Tabel 5.2.

	Aantal	Eenheid
Kantoor bestaand	60	kWh/m ² BVO / jaar
School -bestaand	37	kWh/m ² BVO / jaar
Kantoor – nieuwbouw	45	kWh/m ² BVO / jaar
Voorzieningen in de plint	150	kWh/m ² BVO / jaar

Tabel 5.2 Uitgangspunten elektraverbruik kantoren

De uitgangspunten betreffen gemiddelde waarden.

5.2 Uitgangspunten energieopwekking

Voor de koude-/ warmteopwekking en het bereiden van tapwater wordt gebruik gemaakt van warmtepompen. In onderstaande tabel zijn de COP's opgenomen die zijn gebruikt voor het bepalen van de energievraag voor de warmtepompen.

Parameter	COP
Ruimteverwarming	4,5
Tapwater	2,5
Koeling	10

Tabel 5.3 COP's voor klimatisering en tapwater



5.3 Elektraverbruik

5.3.1 Elektraverbruik in de gebruiksruidten

Op basis van de in hoofdstuk 5.1 benoemde uitgangspunten, is het elektraverbruik bepaald (tabel 5.4).

Woning / ruimte	aantal	BVO [m ²]	GBO [m ²]	Elektraverbruik [kWh/jaar]
Kantoor bestaand ^a		15.000		900.000
School bestaand ^a		10.000		370.000
Kantoor nieuw		20.600		927.000
Voorzieningen		12.200		1.830.000
Studentwoning	480	33	22	976.800
Wonen 1p	300	36	24	610.500
Wonen 2p	700	59	40	1.424.500
Wonen 2/3 kamers	170	89	61	345.950
Wonen-zorg	150	47	32	305.250
Wonen 2/3 kamers	600	90	65	1.221.000
Wonen 3/4 kamers	300	116	84	725.700
Wonen 5 kamers	180	129	95	486.900
Wonen lofts	50	146	108	152.150
Totaal				10.275.750

tabel 5.4 Elektraverbruik in de woningen / kantoren

5.3.2 Elektraverbruik klimatisering

Voor het klimatiseren en het tapwater is onderstaand elektraverbruik berekend (Tabel 5.5)

Parameter	Elektraverbruik (kWh/jaar)
Ruimteverwarming	945.000
Tapwater	2.115.00
Koeling	445.000
Totaal	3.505.000

Tabel 5.5 Elektraverbruik WKO installatie

Daarmee komt het totaalverbruik aan elektra uit op circa 13.780.750 kWh/jaar (13.780 MWh).

Bij het bepalen van het elektraverbruik is geen rekening gehouden met het verbruik van onder meer de grondwaterbronnen, distributiepompen en overige zaken die benodigd zijn om het voorgenomen WKO systeem met aquathermie te laten draaien. Het verwachte elektraverbruik voor deze onderdelen is naar verhouding gering ten opzichte van het totale elektraverbruik.

We adviseren om voorlopig uit te gaan van een elektraverbruik van 14.000 MWh op jaarbasis. In een latere fase van het project worden verdere keuzes gemaakt die van invloed zullen zijn op het totaal elektraverbruik. Het daadwerkelijke elektraverbruik zal daarom afwijken in de eindsituatie.

6 Inpassing WKO Schieveste

Zoals in voorgaande paragraaf is benoemd, lijkt toepassing van WKO voor Schieveste haalbaar. De haalbaarheid kan worden vergroot door onder meer extra isolatie toe te passen of combinaties te maken met andere technieken, zoals infrarood panelen in woningen of als piekvoorziening extra luchtwarmtepompen.

6.1 Systeem

Binnen Schieveste komen diverse gebouwen te liggen. Door de beperkte grootte van het plangebied kunnen 'individuele' WKO systemen per gebouw niet worden toegepast. Om geheel Schieveste van warmte (en koude) te kunnen voorzien, zal een ringnet noodzakelijk zijn. Op dit ringnet worden alle bronnen aangesloten. Vanaf dit ringnet worden vervolgens aftakkingen gemaakt naar de gebouwen, waar het naar een centrale technische ruimte wordt geleid.

Binnen de gebouwen zelf kunnen afwegingen worden gemaakt over centrale / de-centrale opwekking voor:

- Warmte
- Tapwater

Voordeel van centrale voorzieningen is dat in de woningen zelf minder ruimte benodigd is voor de energieoverdracht. Veelal volstaat een afgifteset. De investeringskosten liggen daarmee veelal lager doordat de duurste componenten centraal staan opgesteld in plaats van in elke woning. Wel vindt meer energieverlies plaats doordat grotere afstanden worden afgelegd om de energie naar de woningen te krijgen. Toepassing van centrale voorzieningen lijkt op voorhand beter geschikt voor de kleinere woningen en studentenhuisvesting.

6.2 BAK

Een energieleverancier mag een bijdrage voor de aansluitkosten vragen (BAK) om gebruik te mogen maken van de energievoorziening. De kosten voor een BAK zijn gebaseerd op enerzijds de investerings- en onderhoudskosten en anderzijds de verwachte energie-afname. Kosten ten aanzien van de warmteafname worden gereguleerd door de ACM met maximale tarieven voor de warmtelevering.

Wanneer de maximale warmtetarieven worden gehanteerd door de energieleverancier, zal de BAK normaliter lager uitvallen. Dit zorgt wel voor hogere kosten voor bewoners, zonder dat ze de mogelijkheid hebben om van energieleverancier te wisselen. Een constructie die vaker wordt toegepast is dat afspraken worden gemaakt tussen de projectontwikkelaar en de energieleverancier, waarbij onderling maximale tarieven worden afgesproken, welke lager liggen dan de door de ACM gehanteerde tarieven.

Door de verschillende woningtypes zullen uiteindelijk verschillende BAK tarieven worden gehanteerd. Op basis van ervaring met WKO projecten, ligt de verwachte BAK voor Schieveste tussen de circa €4.000 tot € 7.000,=. Daarbij geldt dat de laagste tarieven gelden voor onder meer de studentenwoningen en de hoge tarieven voor de grotere appartementen. De kosten kunnen eventueel hoger uitvallen als aanvullende voorzieningen worden opgenomen. Te denken valt aan grotere afgiftesets voor het leveren van grotere vermogens voor tapwater indien bijvoorbeeld sprake is van twee badkamers.



7 Conclusies

Energievraag

Op basis van kengetallen is voor Schieveste de energievrage bepaald voor de woningen en kantoren (Tabel 7.1).

Fase	Verwarmen [kWh/jaar]	Tapwater [kWh/jaar]	Koelen [kWh/jaar]
Fase 1	1.067.350	1.638.000	1.020.650
Totaalplan	4.240.400	5.283.900	4.452.600

Tabel 7.1 Energievraag Schieveste

De uitkomsten van de energievrage zijn gebruikt om verschillende energiesystemen te beschouwen voor Schieveste.

Energiesysteem

Voor Schieveste is de combinatie van WKO met aquathermie de meest geschikte toepassing om te voorzien in de koude- en warmtevraag voor de gebouwen. Afhankelijk van de behoefte zijn aanvullende voorzieningen mogelijk, waarbij met name all-electric (infrarood panelen) op individueel woningniveau geschikt zijn. De panelen kunnen zowel voor als piekverwarming worden ingezet en als extra comfort. Voor de collectieve WKO installatie kan optioneel worden gekeken om luchtwarmtepompen mee te nemen in het ontwerp. Deze kunnen worden ingezet als aanvullende piekvoorziening, wanneer het WKO systeem onvoldoende toereikend is. In een vervolgfase kunnen per gebouw en per type woning verdere keuzes worden gemaakt ten aanzien van de energievoorzieningen.

Inpassing WKO Schieveste

Vergunning

De huidige vergunning WKO, met bijbehorende bronlocaties, moet worden aangepast om maximaal gebruik te kunnen maken van de ondergrond. Op dit moment geldt dat de bestaande vergunning vigerend is, dat wil zeggen dat brondebiet, bronlocaties en verpompte energiehoeveelheden zijn vastgelegd. Hier mag niet van worden afgeweken.

Om voldoende ruimte te behouden voor de toekomstige ontwikkelingen, is het van belang dat de huidige vergunning niet verder wordt geconsumeerd. De vergunde bronlocaties zullen een belemmering vormen voor de verdere uitrol, waardoor waarschijnlijk minder grondwaterbronnen kunnen worden gerealiseerd.

De verwachte vergunningprocedure zal, los van het opstellen van de benodigde documenten, circa 9 maanden bedragen. Advies is om tijdig te starten met de procedure, waarbij het wenselijk is om vooraf in overleg te gaan met het bevoegd gezag ten aanzien van de bestaande vergunning: kan deze worden gewijzigd, of is het wenselijk de bestaande vergunning in te trekken en een volledig nieuwe vergunning aan te vragen.

Ontwerp WKO systeem

Uitgangspunten

Om met een WKO systeem te kunnen voorzien in de energievrage van de gebouwen is de bodemzijdige energievrage bepaald (Tabel 7.2 en Tabel 7.3), waarbij is gerekend met een delta T van 5 °C.



Parameter	Eenheid	Verwarmen (ruimteverwarming + tapwater)	Koeling
Energievraag woningen + gebouwen	kWh/jaar	2.705.350	1.020.650
Energievraag WKO systeem	kWh/jaar	1.813.00	919.000
Gemiddelde waterplaatsing	m ³ /jaar	313.000	158.000
Debiet	m ³ /uur	313	265

Tabel 7.2 Dimensionering WKO systeem fase 1

Parameter	Eenheid	Verwarmen (ruimteverwarming + tapwater)	Koeling
Energievraag woningen + gebouwen	kWh/jaar	9.524.300	4.452.600
Energievraag WKO systeem	kWh/jaar	6.468.000	4.007.000
Gemiddelde waterplaatsing	m ³ /jaar	1.115.000	691.000
Debiet	m ³ /uur	1.115	1.152

Tabel 7.3 Dimensionering WKO systeem totaalplan

Brondebiet

Op basis van de boorstaten van de gerealiseerde bronnen van Schieveste, is het mogelijk de broncapaciteit te vergroten tot 110 m³/h/bron. Voor het totaalplan zijn 10 doubletten noodzakelijk. Met het verhogen van de delta T van 5 naar 6 °C volstaan 9 doubletten om het benodigde vermogen te leveren.

Bronlocaties

De huidige vergunde bronlocaties moeten worden losgelaten, nieuwe bronlocaties moeten worden gezocht binnen de zoekvelden, zoals weergegeven in figuur 2. Voor de bronlocaties geldt dat deze nu en in de toekomst goed toegankelijk zijn voor onderhoud en dat voldoende ruimte boven de bron aanwezig is (minimaal 5 m) om in de toekomst de bronpomp te vervangen. Uitgangspunt is dat op basis van een eerste verkennende berekening maximaal 4 bronnen per zoekgebied kunnen worden geplaatst. Het is wenselijk om na te gaan of verruiming naar 5 bronnen per zoekgebied mogelijk is om daarmee extra vermogen te reserveren, indien benodigd.

Bestaande bronnen DCMR

De bronnen van DCMR hebben een pompkamer van 28 m. De verwachting is dat als gevolg van de cumulatieve hydrologische effecten in de ondergrond, de verlaging in de bronnen van DCMR te groot wordt. Het risico ontstaat dat ontgassing in het grondwater plaatsvindt. Gasbelletjes in de infiltratiebron werken extreem verstoppingsgevoelig, waardoor het systeem in storing kan treden. Ontgassing dient ten alle tijden te worden voorkomen. De verwachting is dat de bronnen van DCMR in de eindfase, wanneer alle bronnen gerealiseerd zijn, buiten gebruik moeten worden genomen. Ze kunnen nog wel worden ingezet als bijvoorbeeld brandput.

Aandachtspunten



Schieveste wordt dicht bebouwd. Grondwaterbronnen komen waarschijnlijk in de nabijheid van gebouwen te liggen.

Operationele bronnen worden bij voorkeur tijdelijk uit gezet indien nabij de bronnen werkzaamheden plaatsvinden die veel trillingen kunnen veroorzaken, waaronder heiwerkzaamheden of zwaar transport van bijvoorbeeld heistellingen. Daarmee wordt voorkomen dat schade optreedt aan de bronnen.

Bronnen die nabij funderingspalen worden gerealiseerd moeten mogelijk met een casing worden geplaatst om grondontspanning rondom de funderingspalen te voorkomen. Aan deze zaken dient in het ontwerp en realisatie aandacht te worden besteed.

Warmteregeneratie

Op basis van de verwachte energievraag is netto meer warmte- dan koudevraag binnen Schieveste. Om het WKO systeem nu en in de toekomst optimaal te laten functioneren, is warmteregeneratie noodzakelijk. Meest kansrijk en duurzaam is de toepassing van aquathermie. Het Hoogheemraadschap van Delfland staat positief tegenover deze toepassing. Wel lijkt het op voorhand dat het in concept opgestelde beleidskader er voor zorgt dat de afstand tussen het inname- en lozingspunt ver uit elkaar komt te liggen (orde grootte van circa 500 m). Mogelijk kan middels maatwerk worden gezorgd dat een kortere afstand mogelijk is.

Elektraverbruik

Het verwachte elektraverbruik voor Schieveste bedraagt voor de woningen en kantoren circa 10.275.750 kWh/ jaar. Aanvullend wordt een elektraverbruik van circa 3.505.000 kWh/jaar verwacht voor de klimatisering van de gebouwen. Dit is exclusief het elektraverbruik voor onder meer de bronpompen en distributiepompen.

We adviseren om voor het totaalplan voorlopig uit te gaan van een elektriciteitsvraag van 14.000.000 kWh op jaarbasis.

Eindconclusie

Voor het klimatiseren van de verschillende gebouwen van Schieveste is de toepassing van WKO in combinatie met aquathermie goed toepasbaar. Wel zijn er verschillende aandachtspunten waar met zorg naar moet worden gekeken. Belangrijks is het bepalen van de bronposities en de invloed op de omgeving.



Vervolgwerkzaamheden

Op basis van de eerste verkenning is gebleken dat WKO (in combinatie met aquathermie) een scenario is waarmee het totaalplan kan worden voorzien van warmte en koeling. In een vervolg dienen in eerste instantie onderstaande werkzaamheden te worden uitgevoerd om te komen tot een voorlopig ontwerp. Door dit tijdig te doen kan in het totaalplan voor Schieveste rekening worden gehouden met de benodigde ruimte en randvoorwaarden voor zowel de bronnen als de benodigde ondergrondse infra.

Energievraag

In deze rapportage is de energievraag voor Schieveste bepaald op basis van standaard uitgangspunten. Ontwerpkeuzes kunnen een grote invloed hebben op de energievraag, zoals extra isolatie of zonwering. Daarnaast kan in het ontwerp van het energiesysteem gekeken worden naar mogelijkheden voor onderlinge energie-uitwisseling binnen gebouwen, tussen woningen, en binnen het ringnet.

Met het maken van deze ontwerpkeuzes wordt de energievraag veranderd en heeft dit uiteindelijk invloed op de dimensionering van het WKO systeem.

Bronposities en invloed op de omgeving

De te verwachten (hydrologische) invloed op de omgeving is significant. Om dit beter te kunnen kwantificeren, is het belangrijk dat bronposities worden bepaald en betere berekeningen uit te kunnen voeren. Er dienen zowel hydrologische als thermische berekeningen te worden uitgevoerd:

- Hydrologische berekeningen in verband met de invloed op met name de overige belangen, waaronder bestaande WKO bronnen en zetting op het spoor en de snelweg.
- Thermische berekeningen om te controleren dat de warme en koude bronnen op voldoende afstand van elkaar liggen om onderlinge thermische interferentie te voorkomen.

Afhankelijk van de resultaten van deze berekeningen zijn mogelijk andere bronposities noodzakelijk.

Kabel- en leidingtracé

Voor de distributie van warmte en koude vanaf de grondwaterbronnen moet een leidingnet worden aangelegd. Nadat de bronposities zijn bepaald, dient een kabel en leidingtracé te worden bepaald. Belangrijk daarbij is dat ook wordt gekeken naar de faseringen, waaronder:

- Leidingdiameters: op basis van de standaard ontwerpnormen zijn voor fase 1 kleinere diameters nodig dan in de eindfase. Leg je alles uit op de eindfase, dan zal je meer (thermische) leidingverlies hebben en in het begin hogere exploitatiekosten hebben (meer gebruik elektra om voldoende warmte te kunnen leveren).
- Bepaling totaalconcept:
 - o 1 centraal ringnet of per gebouw / per fase een eigen systeem
- Locatie(s) van de technische ruimte(s) waar moet het ringnet naar toe moet.

Aquathermie

Wanneer de energievraag verder is gespecificeerd en bekend is welk aandeel het aquathermiesysteem moet leveren kan het aquathermiesysteem verder worden ontworpen. Op basis van de stelregels van Delfland is dan bekend wat de noodzakelijke afstand tussen het onttakkings- en lozingspunt is. Naar verwachting zal dit een grote afstand zijn waarbij leidingen waarschijnlijk langs meerdere perceeleigenaren gaan.



Advies is om in gesprek te gaan met Delfland voor maatwerk. Er liggen kansen om met een verruiming van de regels de afstand tussen het onttakkings- en lozingspunt te verkleinen. Wanneer bekend is wat de randvoorwaarden zijn, moet het leidingtracé worden bepaald en dient, wanneer van toepassing, in overleg te worden gegaan met de (verschillende) perceeleigenaren voor toestemming.

Ondanks de regels, zoals opgelegd door HH Delfland blijft de toepassing van aquathermie voor Schieveste zeer kansrijk en van toegevoegde waarde.

ESCO's

VW Vastgoed heeft aangegeven mogelijk gebruik te willen maken van een ESCo. We adviseren om in een vroeg stadium één of enkele ESCo's te betrekken in het project, zodat zij hun visie kunnen geven en mee kunnen kijken hoe het energiesysteem volgens hun er uit dient te zien. Optioneel kan een programma van eisen worden opgesteld en dit als uitvraag naar ESCo's op te sturen met als doel richting een samenwerking te gaan.



Bijlage 1 Uitgangspunten energievraag per type woning

Woningtype	aantal	GBO	Verwarming	Koeling	Tapwater
		[m ²]	kWh/m ² GBO	kWh/m ² GBO	Aantal bewoners
Studentwoning	480	22	25	20	1
Wonen 1p	300	24	25	20	1
Wonen 2p	700	40	20	20	2
Wonen 2/3 kamers	170	61	20	20	2,3
Wonen-zorg	150	32	25	25	2
Wonen 2/3 kamers	600	65	20	20	2,5
Wonen 3/4 kamers	300	84	20	20	2,7
Wonen 5 kamers	180	95	20	20	3
Wonen lofts	50	108	25	20	3



Bijlage 2 Beleidsnotitie koudelozingen

(Concept) beleidsnotitie koudelozingen Hoogheemraadschap van Delfland

Beoordelingsmethode thermische lozingen door energiewinning (TEO)

Versie: 005
Datum: 18-05-2020
Van: Dik Ludikhuize, Joep de Koning en Jerry Berserik

Achtergrond

In het kader van de energietransitie wordt er gezocht naar alternatieven voor de energievoorziening uit fossiele bronnen. Een mogelijkheid is het gebruik van de thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). In principe is er in de zomer veelal een overschot aan warmte in het oppervlaktewater en in de winter veelal een overschot aan koude. De beschikbaarheid van warmte/koude uit oppervlaktewater valt niet samen met de periode van het gebruik van de warmte/koude. Inmiddels is er veel ervaring opgedaan met Warmte-Koude-Opslag (WKO) en kan eenvoudig het uit fase zijn van winning en gebruik van energie worden overwonnen. De warmte die in de zomer uit het oppervlaktewater wordt gewonnen wordt opgeslagen in een WKO en in de winter gebruikt voor verwarming. Het omgekeerde geldt voor koude, dat wordt gewonnen in de winter en opgeslagen voor de zomer. Bij WKO's wordt geëist dat ze energetisch in balans zijn, dat wil zeggen dat er evenveel energie ingaat als uitgaat. De techniek van TEO één van de mogelijkheden om WKO's weer in balans te brengen.

Er zijn drie mogelijkheden ten aanzien van lozingen ten gevolge van TEO:

- Een warmte/koude lozing kleiner dan 10kW zijn altijd toegestaan op basis van het activiteitenbesluit (warmtelozingen) en de interpretatie van Delfland van dit activiteitenbesluit voor koude lozingen.
- Koude lozingen met een groter vermogen dan 10kW in de zomerperiode (door onttrekking van warmte uit het oppervlaktewater) op basis van een vergunning.
- Warmte lozingen met een groter vermogen dan 10 kW in de winterperiode (door onttrekking van koude uit het oppervlaktewater) op basis van een vergunning.

In principe wil Delfland geen warmtelozingen toestaan in de zomerperiode, zeker niet in de bebouwde omgeving. Gezien de klimaatverandering, waardoor er in stedelijk gebied veel vaker sprake is van hitte effecten, wordt het verkoelende effect van oppervlaktewater steeds belangrijker. In het activiteitenbesluit milieubeheer staat dat koelwaterlozingen tot 10 kW (kJ/s) zijn toegestaan op niet aangewezen wateren, daarboven geldt een vergunningplicht. In principe zijn alle wateren bij Delfland niet aangewezen met uitzondering van de boezemwateren tussen de splitsing Schie naar de Schiedamse Schie en de Delfhavense Schie en de uitmonding in de Nieuwe Maas.

Vastgestelde beleid

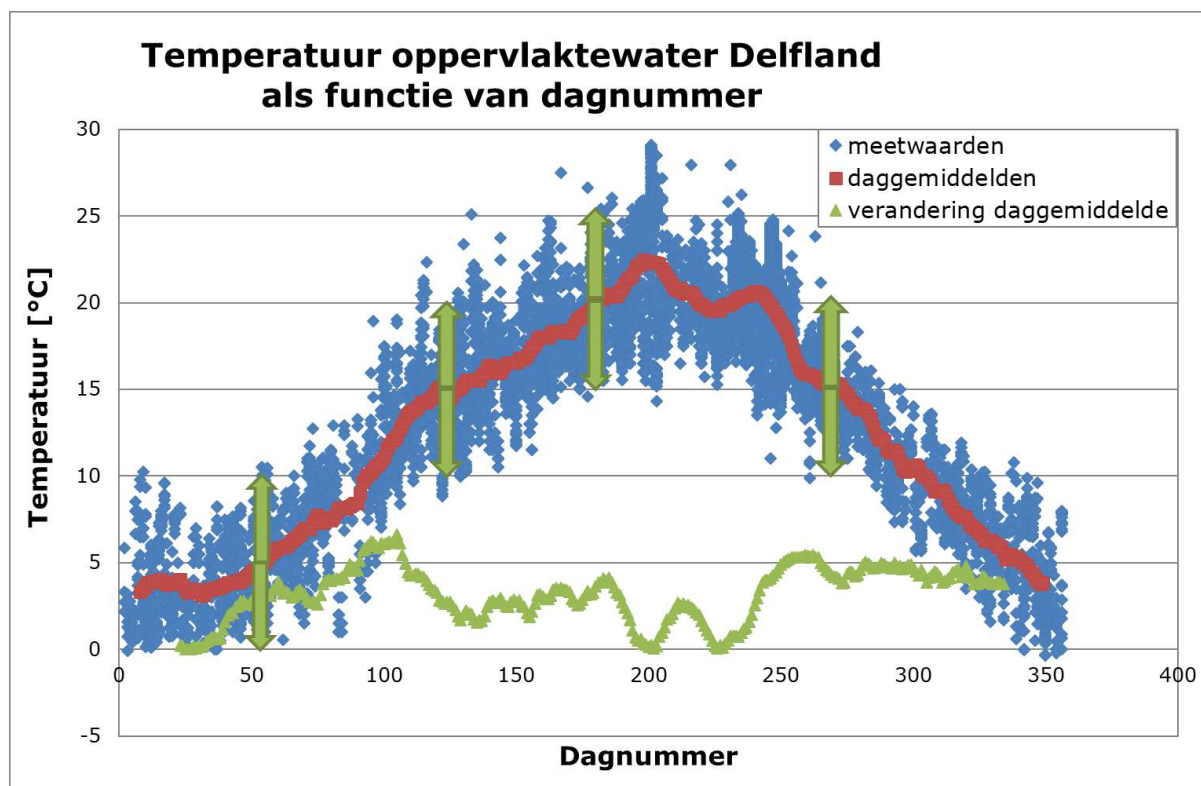
Door de Rijksoverheid is in 2005 de beoordelingssystematiek van warmtelozingen vastgesteld (CIW, Beoordeling van warmtelozingen, 25 november 2004). Belangrijke uitgangspunten van deze systematiek zijn:

- Een temperatuurverschil met de natuurlijke achtergrondtemperatuur van 3°C is ten alle tijde toegestaan
- Het maximum temperatuurverschil bij warmtelozingen is 7°C (zomer) tot 15°C (winter); het gaat hier met name om het temperatuurverschil direct bij het lozingspunt. In stromende systemen (rivier, getijdewater) neemt het temperatuurverschil bij de lozing snel af door de menging met het langstromende oppervlaktewater.
- Het gebied met een temperatuurverschil van meer dan 3 °C is toegestaan over 25% van de dwarsdoorsnede (rivier, kanaal, getijde-estuarium, etc).

Het watersysteem van Delfland is in 90-95% van de tijd een vrijwel stilstaand watersysteem. Alleen bij regenval is er stroming in het watersysteem veelal onder invloed van de polder- en boezemgemalen. Het effect van initiële menging door stroming is in het Delflandse watersysteem daarom te verwaarlozen. Vandaar dat bij Delfland moet worden voorkomen dat lozingen met grote temperatuurverschillen (10-15 °C) worden toegestaan, omdat die over grote delen van het watersysteem aanwezig zullen zijn.

Onderbouwing maximum temperatuurverschil (Delfland)

Teneinde een beeld te krijgen van de natuurlijke variatie van de temperatuur in het totale Delflandse watersysteem, zijn alle beschikbare temperatuurgegevens (t/m 2013¹) verzameld en gepresenteerd als functie van het dagnummer op jaarbasis (van 1 t/m 365). Op deze wijze ontstaat een beeld van de temperatuurrange van het watersysteem over het jaar (zie figuur 1). Op basis van deze temperatuurrange kan een onderbouwing worden gegeven van het toelaatbare temperatuurverschil met de natuurlijke achtergrondtemperatuur. Uitgangspunt is dat de watertemperatuur niet structureel buiten de natuurlijke temperatuurrange mag vallen.



Figuur 1 Temperatuurrange over het jaar (totale Delflandse watersysteem).

Uit de bovenstaande figuur blijkt dat er een range van ongeveer 10 graden is om de gemiddelde temperatuur. Deze range is in het najaar (september en oktober) iets geringer dan in de rest van het jaar. De variatie binnen deze temperatuurband hoort bij de normale variatie in de natuur. Dat geldt echter niet voor een structurele verlaging of verhoging van de temperatuur, want die leidt tot een structurele verschuiving van de temperatuurgrafiek in de tijd. In het najaar en het vroege voorjaar is de verandering van de daggemiddelde temperatuur vrij groot (ongeveer 5 °C per maand), zie figuur 1. Een daling van de gemiddelde temperatuur met 5 °C leidt virtueel tot verschuiving van de datum met één maand. In de periode mei/juni is deze virtuele verschuiving echter 2 maanden.

¹ Eventueel nog uitbreiden naar t/m 2019

Indien wordt uitgegaan van een daling van de daggemiddelde temperatuur 3 °C dan wordt de datumverschuiving orde een halve tot een hele maand, dat past nog redelijk binnen de natuurlijke variatie. Bij een temperatuur effect van 5 °C zal zeker in de periode mei/juni er een grote verschuiving ontstaan. Vanuit het voorzorgprincipe wordt daarom gesteld dat een temperatuurverschil van 5 °C slechts beperkt mag voorkomen.

In het kader van de beoordeling van thermische lozingen ten gevolge van TEO-systemen wordt daarom bij Delfland het volgende aangehouden:

- Een temperatuurverschil van 3 °C met de achtergrondtemperatuur is altijd toegestaan.
- Het maximum temperatuurverschil voor de lozingen is 5 °C, indien het gebied met een temperatuurverschil tussen 3 en 5 °C van beperkte omvang is; hierbij wordt uitgegaan van een maximum van 25% van het door de lozing beïnvloedde oppervlak (conform CIW-systematiek voor meren).
- Bij warmtelozingen (in de winter) wordt een maximum absolute temperatuur aangehouden en bij koudelozingen (in de zomer) wordt een absolute minimum temperatuur aangehouden; deze maximum/minimum temperatuur is afhankelijk van de maand van het jaar en gebaseerd op ecologische normen en de natuurlijke temperatuurrange.

Mogelijke situaties

Er zijn een aantal verschillende situaties waarbij warmte/koude uit oppervlaktewater kan worden gewonnen en er dus thermische lozingen ontstaan:

- Circulatiesysteem: Er is sprake van een innamepunt van het oppervlaktewater en een lozingspunt van het opgewarmde/afgekoelde oppervlaktewater in hetzelfde watersysteem (peilgebied). Het TEO-systeem verpompt het oppervlaktewater en creëert dus de circulatie; een belangrijk aspect is het voorkomen van recirculatie: het water is onvoldoende opgewarmd/afgekoeld bij de inlaat.
- Uitstroomsysteem: indien warmte/koude wordt gewonnen in de uitstroom van een gemaal (of een stuw) dan speelt met name het beschikbare debiet van het oppervlaktewater en de benedenstroomse invloed van de lozing een rol; er is in dit geval geen kans op recirculatie.

Delfland staat niet toe dat water het ene naar het andere peilgebied wordt getransporteerd tenzij dat geschied op een door Delfland geaccordeerde wijze: via een gemaal of via een stuw. Het is dus verboden om water zonder vergunning van het ene naar het andere peilgebied te transporteren.

- Contactstelsysteem: er is een mogelijkheid dat energie direct wordt gewonnen uit het oppervlaktewater zonder dat er additionele stroming plaatsvindt.

Een voorbeeld van een contactstelsysteem is een pilot van het onttrekken van warmte uit een damwand langs de Schie. Gezien de geringe warmtecapaciteit van dit systeem en de beperkte omvang van de dispersieve menging in de Schie (door scheepvaart en wind) kan een dergelijk systeem wel worden vergund, maar dat vergt een specialistisch advies en dat is niet meegenomen in deze eenvoudige beoordelingssystematiek.

Dit systeem is in principe ongewenst binnen het watersysteem van Delfland, omdat dit voor het grootste deel van de tijd stilstaat. De effectiviteit van de verspreiding in het oppervlaktewater is dan zeer beperkt. In principe kunnen deze lozingen dus niet worden toegestaan tenzij van een zeer beperkte capaciteit (tot 10 kW). De beoordeling hiervan wordt niet meegenomen in deze notitie.

Beoordelingsmethode circulatie

Bij de beoordelingsmethode voor de winning van warmte/koude door een circulatiesysteem is er een watersysteem aangewezen waarin deze circulatie plaatsvindt. Een schematisch voorbeeld van een dergelijk circulatiesysteem is weergegeven in Figuur 2. Bij de vergunningverlening wordt een check uitgevoerd op de gewenste capaciteit van de onttrekking van warmte/koude. Daarnaast worden er in de vergunning eisen gesteld aan de (absolute) temperatuur van het geloosde water. De capaciteitscheck wordt vooral gedaan om te voorkomen dat er een vergunning wordt toegekend voor een warmte/koude onttrekking, die in werkelijkheid niet te realiseren is binnen de gestelde vergunningseisen.



Figuur 2 Schematisch voorbeeld van een circulatiesysteem

Capaciteitscheck

Bij de beoordeling van de vergunningaanvraag is het ook van belang om (globaal) te beoordelen of een dergelijk lozing binnen het watersysteem mogelijk is. In principe kan deze check op basis van het oppervlak van het circulatiesysteem in het oppervlaktewater (de overige parameters zijn vastgestelde basiswaarden). Indien de aanvrager meer capaciteit wenst dan zal moeten worden aangetoond dat dit mogelijk is binnen de gestelde randvoorwaarden. Dan is vermoedelijk ook intern advies binnen Delfland noodzakelijk van het team MWA (Monitoring en Water Advies).

De maximum te vergunnen capaciteit wordt gecheckt op basis van een eenvoudige benadering op basis van de uitwisseling met de atmosfeer. Hierbij zijn de volgende factoren van belang: het oppervlak van de circulatie (uit Geoweb), het maximum temperatuurverschil tussen inlaat en uitlaat (5 °C), de uitwisselingsfactor met de atmosfeer is 40 W/m²/°C en een factor die een vertaling is van de maatgevende voorwaarde: omvang mengzone of grootte van de recirculatie. Daarnaast is er bij een meer nog een vormfactor, omdat niet het gehele meeroppervlak mee kan worden genomen.

De beschikbare capaciteit van het circulatiesysteem wordt bepaald op basis van de uitwisseling met de atmosfeer in het circulatiegebied op basis van de volgende vergelijking:

$$P = A_{circ} \cdot K \cdot \beta_{\Delta T} \cdot \Delta T_{max} \cdot f(b/L)$$

met:	P	= vergunbare capaciteit	[W]
	A _{circ}	= wateroppervlak van circulatie (uit Geoweb)	[m ²]
	K	= uitwisselingsfactor atmosfeer (=40)	[W/m ² /°C]
	β _{ΔT}	= vormfactor voor temperatuurverloop (=1/2,3)	[-]
	ΔT _{max}	= maximum temperatuurverschil (=5)	[°C]
	f(b/L)	= vormfactor watersysteem, normaliter 1	[-]

Uitgaande van het uitgangspunt minder dan 10% recirculatie en een mengzone van maximaal 25% van het totale oppervlak blijkt (zie bijlage) dat de grootte van de recirculatie het maatgevend uitgangspunt is. De factor β is in het geval van een recirculatie van 10% gelijk aan $-1/(\ln(0,1)) \approx 1/2,3$.

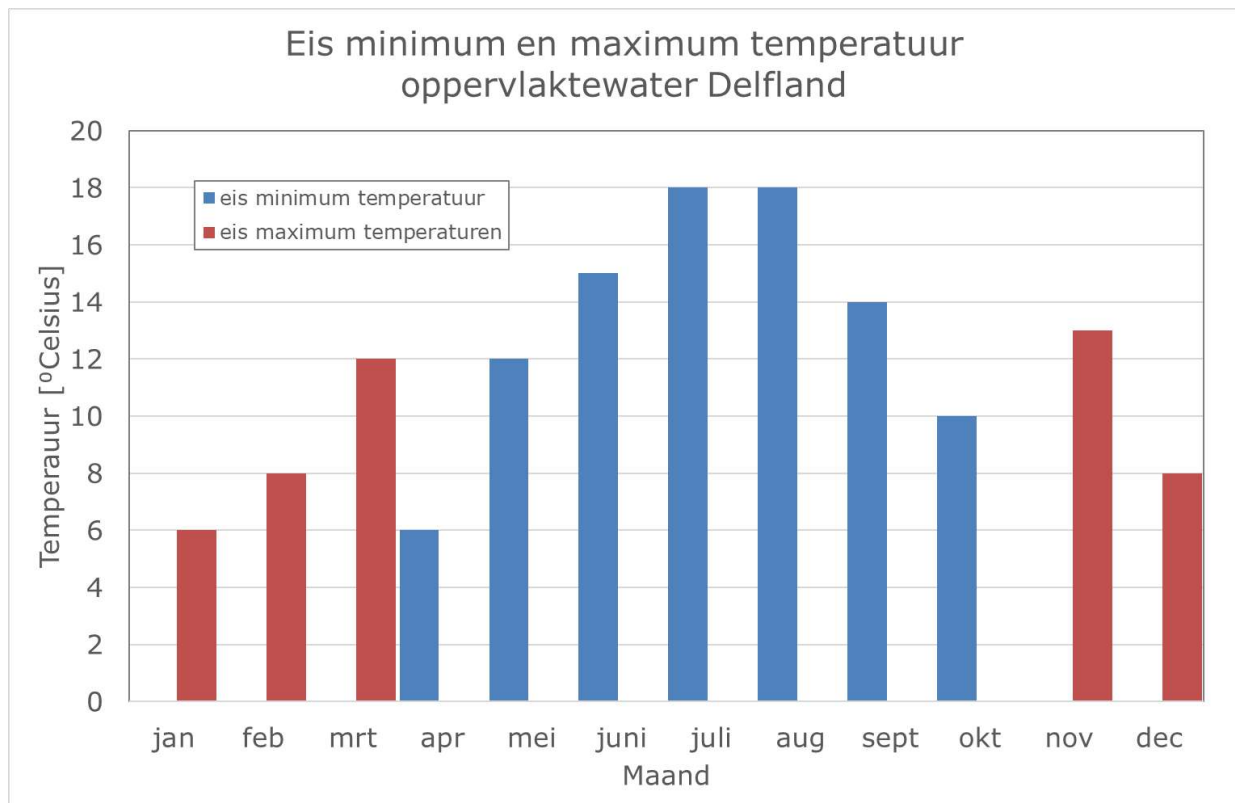
Eisen in de vergunning

Voorwaarden die vooraf moeten worden vastgesteld:

- Aangetoond wordt dat deze lozing (theoretisch) mogelijk is binnen het gewenste circulatiesysteem in het watersysteem en met een beperkte recirculatie (<10%).
- Het gebied met een temperatuurverschil boven de 3 °C is beperkt tot minder dan 25% van de systeemplengte/wateroppervlak van de recirculatie.

Voorwaarden in de vergunning die op basis van metingen moeten worden geverifieerd:

- Het maximum temperatuurverschil tussen de inlaat en de uitlaat van het oppervlaktewater is minder dan 5 °C.
En:
- De uitlaattemperatuur moet voldoen aan een minimale temperatuur (koudelozing) of maximale temperatuur (warmtelozing), die een functie is van de tijd (zomer hoger, winter lager); zie figuur 3.

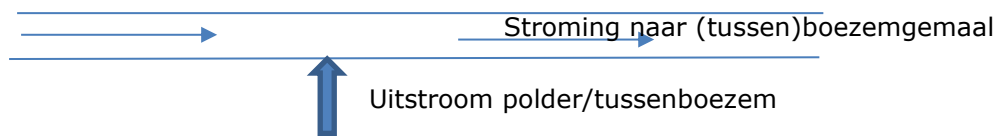


Figuur 3 Eisen ten aanzien van minimum en maximum lozingstemperatuur.

Deze minimum en maximum temperaturen van oppervlaktewater gelden voor heel Delfland. Het heeft zin om bij een afwijkend watersysteem (erg diep of heel ondiep) nader onderzoek te doen de locatie specifieke minimum en maximum temperaturen van dat watersysteem. In principe kan warmte worden gewonnen in de lente/zomerperiode tussen april en oktober. Koude kan worden gewonnen in de winterperiode tussen november en maart. Specifiek voor deze maanden zijn daarom maximum of minimum temperaturen aangegeven.

Ad 2) Beoordelingsmethode uitstroomsysteem

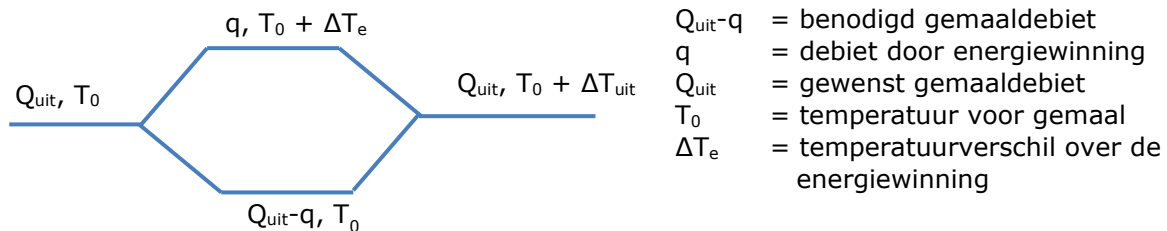
De beoordeling van dit type lozingen is eenvoudiger, omdat de capaciteit wordt bepaald door het debiet door het gemaal en het maximum temperatuurverschil van het water voor en na het gemaal.



Figuur 4 Schematische weergave van een uitstroomsysteem

In dit geval kan er geen sprake van circulatie, omdat wordt geloosd in een ander peilgebied: het gemaal maalt het water op naar een (tussen)boezem. In deze situatie wordt als maximum temperatuurverschil 3 °C aangehouden. Redenering hierachter is dat gezien de relatief grote gemaaldebieten het temperatuurverschil hoog blijft over grote afstanden². Daarom is het ongewenst om uit te gaan van een hoger temperatuurverschil (zoals bij recirculatie). Een hoog temperatuurverschil is daarbij ook niet nodig vanwege de grote gemaalcapaciteit (>> debiet dan een TEO-systeem).

Het gemaaldebiet is zo groot dat het ook mogelijk is om voldoende energie te winnen door slechts een deel van het debiet door het energiesysteem te sturen. In dat geval kan de ΔT door het energiewiningsysteem hoger zijn, indien het water dat door het energiewiningsysteem gaat direct achter het gemaal wordt gemengd met het water dat niet is beïnvloed. De maximaal haalbare capaciteit wordt dan dus bepaald door het benodigde gemaaldebiet (vanuit de waterhuishouding) en de maximaal toegestane ΔT van 3 °C. Het debiet door het energiewiningsysteem kan worden bepaald op basis van het onderstaande flow-schema.



$Q_{uit}-q$ = benodigd gemaaldebiet
 q = debiet door energiewinning
 Q_{uit} = gewenst gemaaldebiet
 T_0 = temperatuur voor gemaal
 ΔT_e = temperatuurverschil over de energiewinning

Figuur 5 Schematische weergave van parallel geschakeld uitstroomsysteem

De maximaal beschikbare capaciteit van een uitstroomsysteem (gemaal) wordt bepaald door het benodigde gemaaldebiet en het maximaal toegestane temperatuurverschil:

$$P = Q_{uit} \cdot \rho_{water} \cdot C_{water} \cdot \Delta T_{max} \quad \text{het werkelijke uit:} \quad \Delta T_{uit} = \frac{q}{Q_{uit}} \cdot \Delta T_e$$

met:

P	= vergunbare capaciteit	[W]
Q_{uit}	= debiet van de uitstroom	[m ³ /s]
ρ_{water}	= dichtheid van water (=1000)	kg/m ³
C_{water}	= soortelijke warmte water (=4187)	[J/kg/°C]
ΔT_{max}	= maximum temperatuurverschil	[°C]

² Hierbij wordt uitgegaan van de aanname dat de bovenstroomse aanvoer een ΔT heeft die niet veel lager is dan 3 °C. Gezien de gemalen relatief dicht bij elkaar liggen (verblijftijd < 1dg), lijkt dit een reële aanname.

Let op het benodigde gemaaldebiet volgt uit waterhuishoudkundige eisen. Indien het energiesysteem wordt ingezet wordt de gemaalcapaciteit verlaagd met het debiet van het energiesysteem. Dit vergt dus een nauwe samenwerking tussen twee systemen. Indien het energiesysteem niet functioneert (verkeerde periode) draait het gemaal dus met de (volle) benodigde capaciteit.

Een voorbeeld van een dergelijk uitstroom was voorzien bij het gemaal Parksluizen. Het aanloopdebiet van dit gemaal ligt rond de 400 m³/minuut en het maximale debiet rond de 1200 m³/minuut. In het kader van een ontwikkeling van energiewinning uit oppervlaktewater was hier een systeem voorzien met een capaciteit van orde 1 m³/s (60 m³/minuut). Gezien het enorme verschil tussen het debiet van de energiewinning en het gemaaldebiet is het temperatuurverschil in de uitstroom van dit gemaal heel gering ($\ll 1$ °C).

Eisen in de vergunning

Voorwaarden die vooraf moeten worden vastgesteld:

- a. Het systeem wordt alleen ingezet als de uitstroom is gewenst vanwege waterhuishoudkundige redenen. Het systeem gaat uit van de benodigde gemaalcapaciteit voor de waterhuishouding.
- b. Capaciteit lozing is mogelijk binnen de gestelde randvoorwaarden (maximaal 3 °C temperatuurverschil over de uitstroom).

Voorwaarden in de vergunning die op basis van metingen moeten worden geverifieerd:

- c. Het maximum temperatuurverschil tussen de inlaat en de uitlaat van het oppervlaktewater is minder dan 3 °C.
- d. De uitlaattertemperatuur moet voldoen aan een minimale temperatuur (koudelozing) of maximale temperatuur (warmtelozing), die een functie is van de tijd (zomer hoger, winter lager); zie figuur bij circulatie.

Bijlage Achtergronden beoordelingsmethode koude lozingen

In deze bijlage die dient als achtergronddocument voor de beoordeling van koude lozingen komen de volgende aspecten aan de orde:

1. De basis formulering voor opwarming en afkoeling van oppervlaktewater op basis van een temperatuurverschil met de "natuurlijke" temperatuur (het delta-T model).
2. De afleiding van de eisen waaraan de temperatuur van koude lozingen in het watersysteem van Delfland moeten voldoen.
3. Afleiding van de eisen voor het circulatiesysteem
4. Afleiding van de eisen voor het uitstroomsysteem
5. Vormfactor van een meer f(b/l)
6. Voorbeelden van circulatiesysteem en uitstroomsysteem

Ad 1) Basisformulering Delta-T model

De natuurlijke temperatuur van oppervlaktewater wordt bepaald door een aantal processen zoals warmte-instraling en warmte-uitstraling. De zon is hierbij een belangrijke bron voor warmte-instraling, waardoor het oppervlaktewater een zomer/winter fluctuatie ondervindt onder invloed van de stand van de zon. Ten behoeve van koude lozingen (of warmte lozingen) is het niet noodzakelijk om de werkelijke temperatuur te modelleren. Er wordt gebruikt gemaakt van een eenvoudig model dat uitgaat van het temperatuurverschil met de natuurlijke temperatuur van het oppervlaktewater. Hierbij wordt dus niet de werkelijke natuurlijke temperatuur maar het temperatuurverschil met de natuurlijke temperatuur gemodelleerd: het zogenaamde ΔT -model. Het belangrijkste proces hierbij is de uitwisseling met de atmosfeer door netto afkoeling (uitstraling) of opwarming (instraling).

Het watersysteem van Delfland bestaat vrijwel volledig uit kanalen of smalle watergangen, die kunstmatig afwateren onder invloed van gemalen. In de meeste watersystemen van Delfland staat het water in ongeveer 90% van de tijd stil, slechts in 10% van de tijd is het water in beweging onder invloed van de gemalen. In het geval dat de energie wordt gewonnen met een recirculatiesysteem dan is het oppervlaktewaterdebiet van het circulatiesysteem het maatgevende debiet in het oppervlaktewater. Bij een uitstroomsysteem is dit het debiet van het gemaal.

Het ΔT verloop na een lozing/uitstroming volgt uit:

$$\Delta T(x) = \Delta T_{max} \cdot e^{-\frac{K \cdot x}{(v \cdot h \cdot \rho_{water} \cdot C_{water})}}$$

$\Delta T(x)$	= de delta T op afstand x van de lozingen	[$^{\circ}\text{C}$]
ΔT_{max}	= het maximale temperatuurverschil (de lozing)	[$^{\circ}\text{C}$]
K	= de uitwisseling met de atmosfeer (= 40)	[$\text{J}/\text{m}^2/\text{s}/^{\circ}\text{C}$]
x	= afstand tot lozing	[m]
v	= snelheid oppervlaktewater	[m/s]
h	= diepte oppervlaktewater	[m]
ρ_{water}	= dichtheid van water (1000)	kg/m^3
C_{water}	= soortelijke warmte van water (4187)	[$\text{J}/\text{kg}/^{\circ}\text{C}$]

Waarbij:

$$v = \frac{Q_{installatie}}{(b \cdot h)}$$

Met: $Q_{installatie}$ = debiet van de installatie en circulatie [m^3/s]
b = breedte van het oppervlaktewater [m]

Met deze formulering kan een lozing worden beoordeeld. Belangrijke aspect is nog niet is aangestipt is het beperken van recirculatie. Gezien het water circuleert kan het voorkomen dat een deel van de geloosde warmte/koude nog niet is uitgewisseld met de atmosfeer.

Feitelijk is dan de omvang van de circulatie te gering, er is dan te weinig tijd (feitelijk wateroppervlak) om weer op de natuurlijke temperatuur te komen (zie ad 3).

Ad 2) Eisen aan oppervlaktewater temperatuur

Naast eisen aan het temperatuurverschil met de natuurlijke achtergrondtemperatuur worden er ook eisen gestelde aan de werkelijke temperatuur. Hierbij gaat Delfland uit van twee principes, waarbij de maatgevende uiteindelijk de minimum temperatuur bepaald:

- a. De temperatuur mag niet lager/hoger worden dan de minimum/maximum temperatuur vastgesteld op basis van metingen in het oppervlaktewatersysteem
- b. De temperatuur mag niet lager worden dan op basis van gestelde tolerantiegrenzen voor een aantal doelsoorten (ecologische randvoorwaarden); in de winter zijn er specifiek tolerantiegrenzen voor warmtelozingen.

Op basis van metingen is de range aan temperaturen per maand beschikbaar. Naast metingen over heel Delfland zijn ook specifiek metingen voor een ecologisch belangrijke plas (Dobbeplas) verzameld (zie tabel 1). Hierdoor wordt duidelijk of het noodzakelijk is om voor specifieke plassen aangepaste eisen te stellen. Uit de temperatuur gegevens zijn de volgende karakteristieken afgeleid: 1% percentiel, 25% percentiel, 75% percentiel en 99% percentiel.

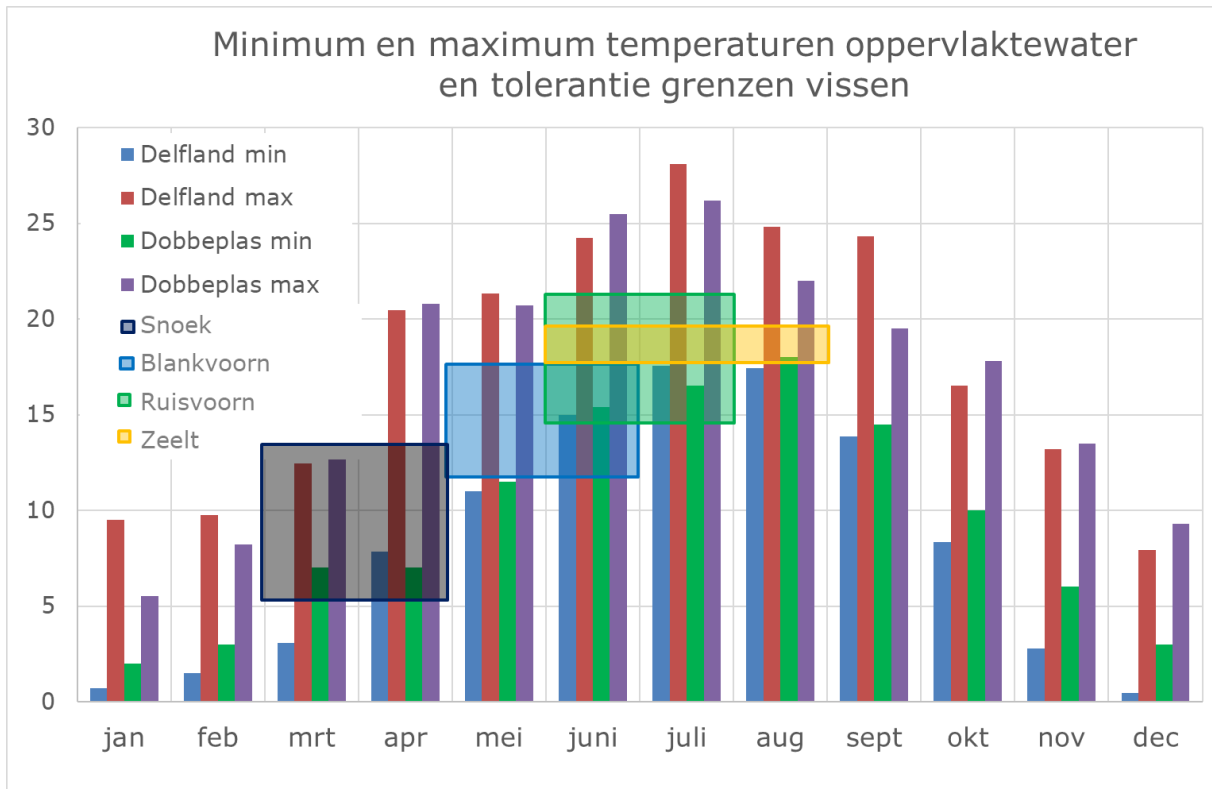
maand	Delfland totaal				Dobbeplas			
	1%	25%	75%	99%	min.	25%	75%	max
januari	0,7	1,9	5,7	9,5	2	3,7	5,4	5,5
februari	1,5	2,5	6,0	9,8	3	4,75	7,8	8,2
maart	3,1	5,3	8,9	12,4	7	7,4	10,5	13
april	7,9	10,5	14,4	20,5	7	12	16	20,8
mei	11,0	14,0	17,3	21,3	11,5	14,9	18,5	20,7
juni	15,0	17,0	19,6	24,3	15,4	17,9	21,5	25,5
juli	17,6	20,4	24,3	28,1	16,5	19,6	22,5	26,2
aug	17,4	20,1	21,4	24,8	18	19,5	21	22
sept	13,9	15,8	19,5	24,3	14,5	16,3	19	19,5
okt	8,3	11,7	14,6	16,5	10	11,5	16,2	17,8
nov	2,8	6,5	9,0	13,2	6	7,5	12	13,5
dec	0,4	2,3	3,7	7,9	3	3,75	6	9,3

Tabel 1 Overzicht oppervlaktewatertemperaturen Delfland (totaal) en Dobbeplas

In een adviesnotitie voor de beoordeling koudelozingen in polders (Reijer Hoijtink, februari 2019) zijn een aantal doelsoorten (vissen) benoemd en hun tolerantiegrenzen. Deze tolerantiegrenzen zijn bedoeld voor koudelozingen, die deels in de paaitijd plaatsvinden, de bekende tolerantiegrenzen zijn:

- Snoek (paaiperiode maart-april, 6-14 °C);
- Blankvoorn (paaiperiode mei-juli, 12-17 °C);
- Ruisvoorn (paaiperiode juni-juli, >15 °C);
- Zeelt (paaiperiode juni-augustus, 18-20 °C).

In de onderstaande figuur 6 zijn deze twee aspecten samengevoegd om voor de maanden april tot en met oktober de minimum temperatuur te kunnen afleiden. De maximum temperatuur is afgeleid uit de maximum temperaturen per maand voor de periode november tot en met maart. In principe kan er warmte worden gewonnen uit oppervlaktewater in de periode van april tot en met oktober, omdat dan de oppervlaktewater temperatuur dan hoger is dan de temperatuur van de Warmte Koude Opslag. Eventueel is de warmte aan ook direct toe te voegen aan een verwarmingssysteem middels een warmtepomp. De winning van koude uit het oppervlaktewater vindt plaats in de periode november tot en met maart.



Figuur 6 Minimum en maximum temperaturen oppervlaktewater en tolerantiegrenzen.

Uitgaande van deze gegevens is de minimum temperatuur per maand (april t/m oktober):

- April: 6 °C, ondergrens paaien snoek
- Mei: 12 °C, ondergrens paaien Blankvoorn
- Juni: 15 °C, ondergrens paaien Ruisvoorn
- Juli: 18 °C, ondergrens Zeelt en vrijwel minimum Dobbeplass
- Augustus: 18 °C, ondergrens Zeelt en minimum Dobbeplass/Delfland
- September: 14 °C, minimum Dobbeplass/Delfland
- Oktober: 10 °C, minimum Dobbeplass

In de periode maart tot en met september zijn de tolerantiegrenzen voor het paaien van de vissen maatgevend of de minimum temperaturen van zowel de Dobbeplass als totaal Delfland. In die periode heeft het vermoedelijk weinig zin om per watersysteem afwijkende minimum temperaturen af te leiden. Indien er warmte wordt gewonnen in de winter is het afleiden van minimum temperaturen per watersysteem nog wel het overwegen waard; er moetend dan echter wel voldoende gegevens zijn.

Uitgaande van deze gegevens is de maximum temperatuur per maand (nov. t/m maart):

- November: 13 °C, maximum Delfland en Dobbeplass
- December: 8 °C, maximum Delfland
- Januari: 6 °C, maximum Dobbeplass
- Februari: 8 °C, maximum Dobbeplass
- Maart: 12 °C, maximum Delfland

In figuur 3 zijn deze minimum en maximum temperaturen over het jaar gepresenteerd.

Ad 3 Afleiding eisen circulatiesysteem

Bij het circulatiesysteem zijn er twee eisen ten aanzien van de koudelozing:

- Er maar een beperkte recirculatie optreden, omdat het watersysteem dan volledig gaat afwijken van het natuurlijke systeem.
- De mengzone met een temperatuurverschil groter dan 3 °C moet beperkt zijn.

Recirculatie

Het proces dat er in een vrijwel stilstand watersysteem voor zorgt dat het oppervlaktewater weer op de natuurlijke temperatuur komt is de uitwisseling met de atmosfeer. Deze uitwisseling is afhankelijk van het temperatuurverschil, de uitwisselingsfactor en het oppervlak waarover de uitwisseling met de atmosfeer plaatsvindt. De maximale capaciteit van een systeem, kan eenvoudig worden bepaald op basis van een voorwaarde voor de mate van recirculatie. Dat wil zeggen de grote van het temperatuurverschil, die nog aanwezig is op het moment dat het geloosde water de inlaat bereikt. Het maximum voor de recirculatie is gesteld op 0,5 °C; dit is dus 10% van het maximum temperatuurverschil.

Uitgaande van de aanname dat bij de inlaat (op $x = L_{\text{circ}}$) de ΔT 10% is van ΔT_{max} volgt:

$$\frac{\Delta T(\text{inlaat})}{\Delta T_{\text{max}}} = e^{-\frac{(K \cdot L_{\text{circ}})}{(v \cdot h \cdot \rho_{\text{water}} \cdot C_{\text{water}})}} = 0,1$$

Door de logaritme te nemen volgt:

$$-\frac{(K \cdot L_{\text{circ}})}{(v \cdot h \cdot \rho_{\text{water}} \cdot C_{\text{water}})} = \ln(0,1) \approx -2,3$$

Omwerken geeft:

$$(K \cdot L_{\text{circ}} \cdot b) / 2,3 = (v \cdot h \cdot b \cdot \rho_{\text{water}} \cdot C_{\text{water}}) \rightarrow K \cdot A_{\text{circ}} \cdot \beta_T = Q_{\text{installatie}} \cdot \rho_{\text{water}} \cdot C_{\text{water}}$$

Vermenigvuldigen met ΔT_{max} geeft:

$$K \cdot A_{\text{circ}} \cdot \beta_T \cdot \Delta T_{\text{max}} = Q \cdot \rho_{\text{water}} \cdot C_{\text{water}} \cdot \Delta T_{\text{max}} = P$$

met:	P	= vergunbare capaciteit	[W]
	A_{circ}	= wateroppervlak van circulatie	[m ²]
	K	= uitwisselingsfactor atmosfeer (=40)	[W/m ² /°C]
	β_T	= factor vanwege recirculatie (10% → 1/2,3)	[-]
	ΔT_{max}	= maximum temperatuurverschil	[°C]

In het geval van een lozing in een meer is niet a priori duidelijk of bij de bepaling van de capaciteit het totale oppervlak van het meer mag worden meegerekend. Dit is afhankelijk van de vorm van de plas en de plaats van de inlaat en uitlaat van het warmte winsysteem. Om deze reden is er een factor $f(b/L)$ toegevoegd, die normaliter 1 is, maar kan afwijken bij een lozing in een meer.

$$P = A_{\text{circ}} \cdot K \cdot \beta_T \cdot \Delta T_{\text{max}} \cdot f(b/L)$$

$$f(b/L) = \text{vormfactor watersysteem, normaliter 1} \quad [-]$$

Mengzone

Uitgaande van ΔT_{\max} kan het oppervlak van de mengzone theoretisch worden afgeleid uit verloop van het temperatuurverschil tot de rand van de mengzone met een ΔT van 3 °C:

$$\Delta T(x) = 3 = \Delta T_{\max} \cdot e^{-\frac{(K \cdot L_{\text{meng}})}{(v \cdot h \cdot \rho_{\text{water}} \cdot C_{\text{water}})}}$$

Met: L_{meng} = afstand lozingspunt tot rand van de mengzone [m]

Door de natuurlijke logaritme te nemen van deze vergelijking volgt:

$$-\ln(3/\Delta T_{\max}) = K \cdot L_{\text{meng}} / (v \cdot h \cdot C_{\text{water}} \cdot \rho_{\text{water}})$$

Omwerken en vermenigvuldigen met de breedte van de watergang (boven en onder de streep) geeft:

$$L_{\text{meng}} \cdot b = A_{\text{meng}} = -\ln(3/\Delta T_{\max}) \cdot v \cdot h \cdot b \cdot C_{\text{water}} \cdot \rho_{\text{water}} / K$$

En dat wordt met $Q_{\text{installatie}} = v \cdot h \cdot b$.

$$A_{\text{meng}} = -\ln(3/\Delta T_{\max}) \cdot Q_{\text{installatie}} \cdot C_w \cdot \rho_w / K \quad \text{als } \Delta T_{\max} > 3$$

Met:

$$\begin{aligned} A_{\text{meng}} &= \text{oppervlak van de mengzone met } \Delta T \text{ is } 3 \text{ }^\circ\text{C} \quad [\text{m}^2] \\ \ln &= \text{natuurlijke logaritme} \end{aligned}$$

Dit oppervlak (A_{meng}) dient geringer te zijn dan 25% van het totale oppervlak van de circulatie; dit is in lijn met de CIW systematiek voor warmtelozingen voor een stilstaand meer. Uitgaande van de voorwaarde dat $A_{\text{meng}} < 0,25 \cdot A_{\text{circ}}$ volgt dat:

$$-\ln(3/\Delta T_{\max}) \cdot Q_{\text{installatie}} \cdot C_w \cdot \rho_w / K < 0,25 \cdot A_{\text{circ}}$$

Dat geeft:

$$Q_{\text{installatie}} \cdot C_w \cdot \rho_w < 0,25 \cdot A_{\text{circ}} \cdot K / (-\ln(3/\Delta T_{\max}))$$

Vermenigvuldigen met ΔT_{\max} geeft:

$$Q_{\text{installatie}} \cdot C_w \cdot \rho_w \cdot \Delta T_{\max} = P < 0,25 \cdot A_{\text{circ}} \cdot K \cdot \Delta T_{\max} / (-\ln(3/\Delta T_{\max}))$$

Dit geeft een vergelijkbare functie als voor de recirculatie alleen nu met een β_{meng} :

$$P < K \cdot A_{\text{circ}} \cdot \Delta T_{\max} \cdot \beta_{\text{meng}} \quad \text{met } \beta_{\text{meng}} = 0,25 / (-\ln(3/\Delta T_{\max}))$$

Maatgevende eis

De twee gestelde eisen aan de lozing geven beide een voorwaarde voor de capaciteit van de koudelozing. De voorwaarde voor β_T is afhankelijk van de mate van recirculatie, de voorwaarde van β_{meng} is afhankelijk van de aanname van de maximum omvang van de mengzone (25% totaal oppervlak circulatie) en de verhouding tussen de maximum lozingtemperatuur en de geaccepteerde temperatuur op de rand van de mengzone: 3 °C. In de onderstaande tabel zijn deze twee voorwaarden tegen elkaar uitgezet op basis van de maximum temperatuur en de mate van recirculatie. Daarbij is voor iedere combinatie aangegeven welke voorwaarde maatgevend is: meng(zone) of recirc(ulatie).

	ΔT_{\max}	7	6	5	4	3
recirculatie	β	0,295	0,361	0,489	0,869	-
2,5%	0,271	recirc	recirc	recirc	recirc	recirc
5%	0,334	meng	recirc	recirc	recirc	recirc
10%	0,434	meng	meng	recirc	recirc	recirc
20%	0,621	meng	meng	meng	recirc	recirc
40%	1,091	meng	meng	meng	meng	recirc

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat recirculatie de maatgevende voorwaarde is bij de gekozen uitgangspunten:

1. Een maximum temperatuurverschil van 5 °C (voorwaarde geldt ook bij lagere ΔT)
en
2. Een recirculatie van maximaal 10%

Indien een nadere combinatie wordt gekozen (bijvoorbeeld $\Delta T_{\max}=6^{\circ}\text{C}$ en 10% recirculatie) dan is de mengzone benadering maatgevend.

Ad 4) Afleiding eisen uitstroomsysteem

Uitgangspunt is dat bij het uitstroomsysteem is dat het energiewinning systeem parallel aan het gemaal wordt aangelegd. De debieten van veel gemalen van Delfland zijn veelal veel groter dan het debiet van een energiewinning systeem. Dit betekent dus dat slechts een deel van het debiet door het energiewinning systeem gaat. De temperatuur van de uitstroom wordt dus bepaald door de achtergrondtemperatuur van het oppervlaktewater (T_0) en de temperatuur van het water dat geloosd wordt door het energiewinning systeem. Door deze stromen goed te mengen kan het energiewinning systeem werken met een hogere ΔT .

In het geval van het uitstroomsysteem wordt een ΔT van de uitstroom aangehouden van maximaal 3 °C. Door de relatief grote gemaaldebieten is het gebied met hogere/lagere temperaturen benedenstrooms van het gemaal veel groter dan bij een circulatiesysteem. Daarom lijkt het logisch om geen groter temperatuurverschil te accepteren dan 3 °C.

Het maximum vermogen dat bij een gemaal kan worden onttrokken volgt uit de maximum gemaalcapaciteit en het maximum toegestane temperatuurverschil van 3 °C.

$$P = Q_{\text{uit}} \cdot \rho_{\text{water}} \cdot C_{\text{water}} \cdot \Delta T_{\text{uit}}^{\max}$$

met: P	= vergunbare capaciteit	[W]
Q_{uit}	= debiet van de uitstroom	[m ³ /s]
ρ_{water}	= dichtheid van water (=1000)	kg/m ³
C_{water}	= soortelijke warmte water (=4187)	[J/kg/°C]
$\Delta T_{\text{uit}}^{\max}$	= maximum temperatuurverschil uitstroom (3)	[°C]

Het bijbehorende maximum temperatuurverschil van het energiewinning systeem volgt uit de debietverhouding tussen het totale debiet van de uitstroom en het debiet van het energiewinning systeem:

$$\Delta T_e^{\max} = Q_{\text{uit}}/q \cdot \Delta T_{\text{uit}}^{\max}$$

Met: ΔT_e^{\max}	= maximum temperatuurverschil over energiewinning systeem	[°C]
q	= debiet energiewinning systeem	[m ³ /s]
Q_{uit}	= totale debiet van de uitstroom	[m ³ /s]

Belangrijk is dat de aansturing van het energiewinning systeem in feite volledig geschied vanuit de waterhuishouding. Het systeem draait alleen als er gemaalcapaciteit nodig is en het

debiet wordt ook bepaald op basis van de waterhuishouding. Veelal wordt het maximum debiet van het gemaal beperkt door het watersysteem (stroomsnelheid dan wel weerstand). Dit betekent dus ook dat het maximum debiet van de uitstroom het maximum gemaaldebiet is.

De temperatuur van de uitstroom is te bepalen op basis van:

$$\Delta T_{uit} = \Delta T_e \cdot q / Q_{uit} \quad \text{met} \quad Q_{gemaal} = Q_{uit} - q$$

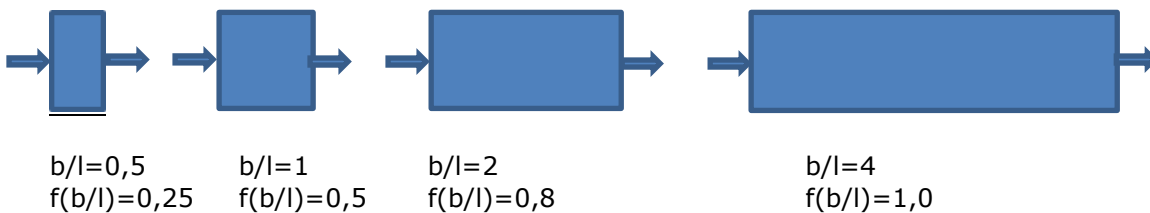
Met: ΔT_{uit} = temperatuurverschil uitstroom [°C]
 ΔT_e = temperatuurverschil over energiewinning systeem [°C]
 Q_{gemaal} = debiet van het gemaal [m³/s]

Ad 5) Vormfactor van een meer

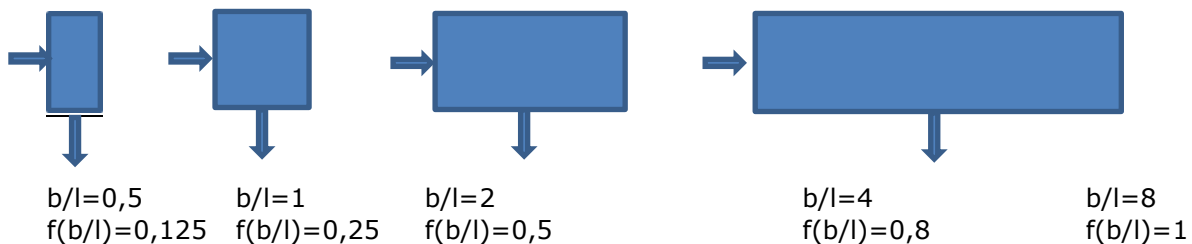
Uitgangspunt is dat in een stilstaand meer het water uit een lozing niet over het totale volume van het meer wordt gemengd. Daarnaast spelen in een niet doorstroomd meer ook andere verspreidingspatronen een rol, zoals windgedreven stroming. Door deze stroming treedt er wel meer menging op, maar wordt ook de verblijftijd binnen het meer wordt gewijzigd.

De vormfactor voor een meer is afhankelijk van de lengte en breedte verhouding van een meer en daarnaast van de plaats van de inlaat en de uitlaat van de installatie. Op basis van lengte/breedte en de plaats van uitlaat en inlaat: recht tegenover elkaar (180°) of in hetzelfde ¼ van het meer (90°) is een schatting gegeven van de vormfactor.

Recht-tegenover



Andere zijde



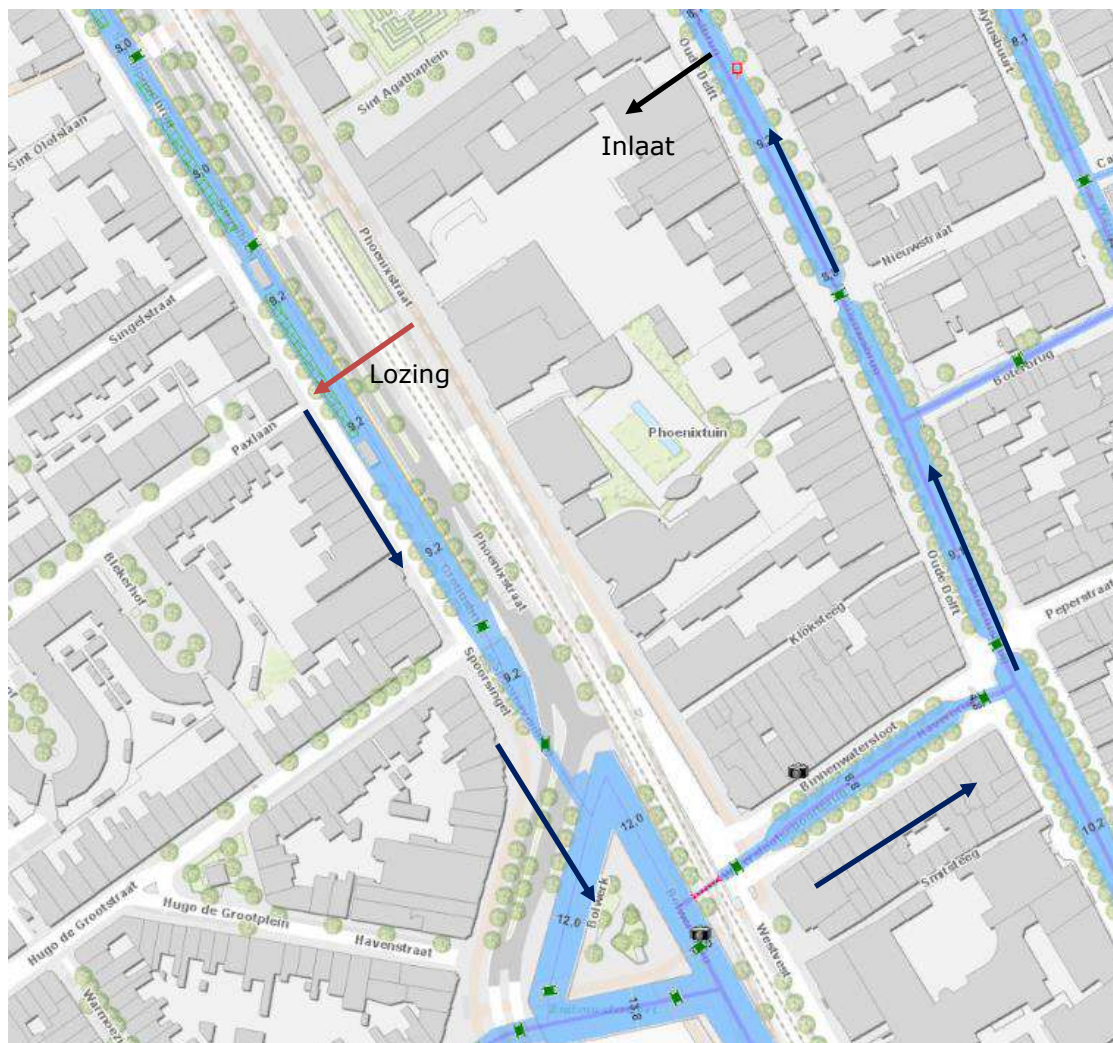
Schattingen van tussen gelegen vormen kan op basis van lineaire interpolatie. Het si een eerst schatting van de factor en de nauwkeurigheid is beperkt. Zeker in het geval van meren is voorzichtigheid gewenst of een uitgebreide studie.

Ad 6 Voorbeelden

Er worden hiernavolgende twee voorbeelden uitgewerkt van situaties met koudelozingen in watersystemen met een circulatie, namelijk Gemeenlandshuis in Delft en plas van Buijsen in Pijnacker-Nootdorp en voor het gemaal van de Zuidpolder van Delfgauw (uitstroomsysteem).

Gemeenlandshuis Delfland

Het oppervlaktewatersysteem van de circulatie bestaat in dit geval uit de Phoenixgracht, de Binnenwatersloot en de Oude Delft. De lengte kan soms bepaald worden uit Geoweb (lengte van watergangen), maar is bij de Oude Delft en de Phoenixgracht deels opgemeten. De breedte en de diepte van het watersysteem zijn af te leiden uit Geoweb. In het geval van de lozing in grachten is de factor f (b/L) gesteld op 1, omdat mag worden aangenomen dat het geloosde water al binnen een korte afstand volledig is gemengd over de dwarsdoorsnede



Figuur 7 Gemeenlandshuis Delfland

De omvang van de lozing volgt uit een studie van IF-technologie [Businesscase Smartpolder Delft, december 2014]. Hierbij is uitgegaan van een lozing van ongeveer 14,4 m³/uur (was 24 m³/uur), waarbij de ΔT is verhoogd naar 5 °C (ipv 3 °C), om ook het effect van de mengzone te kunnen meenemen in het voorbeeld. Tevens is een schatting gemaakt voor de omvang van de energiewinning. Hierbij wordt gevraagd om aan te geven hoeveel maanden het systeem in werking is of voltijds (100%) of deeltijds (<100%). Naast de onttrokken hoeveelheid energie in TJ/jaar wordt ook het equivalente gasverbruik gegeven (0,032 GJ/m³ gas).

Gemeenlandshuis									
	Lozing				m3/min				
	debiet circulatie		0,004 m3/s		0,24			niet oke	>100%
	max delta-T		5 °C			beschikbare capacite	oordeel	relatief	
	Vermogen lozing		84 kW			422 kW	oke	20%	
	algemene factoren								
	dichtheid water		1000 kg/m3			check mengzone	oordeel	relatief	
	soortelijke warmte v		4187 J/kg/°C			24 m	oke	17%	lengte
	uitwisselingsfactor		40 W/m2/°C			214 m2	oke	18%	oppervlak
	Watersysteem								
watergang	breedte	diepte	lengte	f(b/L)	delta-T	oppervlak	exp-factor	rel-temp	verblijftijd
	[m]	[m]	[m]	[-]	[°C]	[m2]	[-]	[%]	[dagen]
					5,0		0	100%	0,00
1	9	0,8	225	1	0,0	2025	4,84	1%	4,69
2	8	1,7	100	1	0,0	800	6,75	0%	8,62
3	9	1,5	225	1	0,0	2025	11,58	0%	17,41
Totaal	8,8		550			4850	recircul.	0%	
	Inzet periode		2 maanden/jaar						
	voltijds/deeltijd		100% %						
	Energieopbrengst		0,43 TJ/jaar						
	in vgl met gas		13.566 m3/jaar						

Tabel 2 Resultaten berekeningen voor koudelozing gemeenlandshuis

Op basis van het bovenstaande voorbeeld volgt dat:

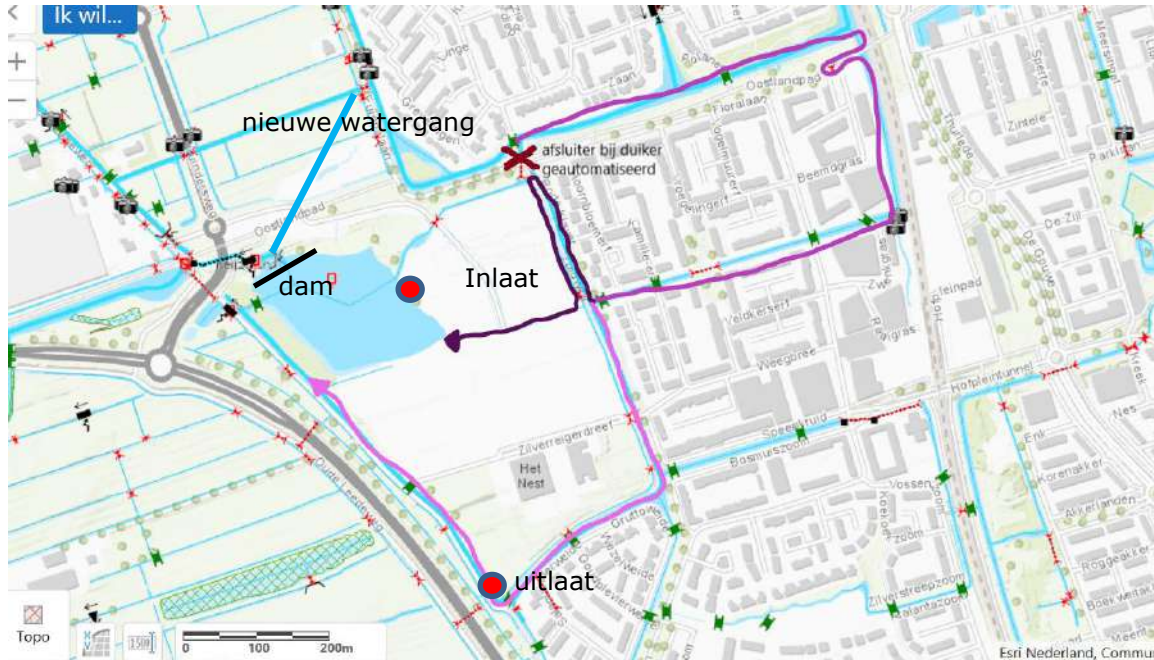
Deze onttrekking van warmte zonder problemen kan worden vergund, het onttrokken vermogen is veel minder dan de beschikbare capaciteit (20%) en ook de mengzone blijft binnen de gehanteerde grenzen (circulatie minder dan 25 % beïnvloed oppervlak of lengte. Er treedt ook geen recirculatie op (0%).

Plas van Buijsen, Pijnacker-Nootdorp

De woonwijk Keizershof in de gemeente Pijnacker-Nootdorp wordt gasloos aangelegd. Als alternatieve warmtevoorziening wordt gedacht aan een TEO-systeem (Thermische Energie uit Oppervlaktewater). Hiervoor wil men gebruik maken van de naastgelegen plas van Buijsen. Gezien dit een nieuwe woonwijk betreft en het watersysteem nog niet is aangelegd zijn niet alle gegevens beschikbaar uit Geoweb en worden afgeleid uit de beschikbare informatie van het waterhuishoudkundige ontwerp, dat ook is vergund door Delfland.

In de informatie van het ontwerp van het TEO-systeem zijn de volgende gegevens afgeleid:

- Een maximale ΔT gevraagd van 5,5 °C, Delfland wil niet verder gaan dan 5 °C
- Een gewenst vermogen van ruim 1700 kW
- Er is uitgegaan van een maximale temperatuurverschil van 5 °C, het debiet is aangepast, zodat het vermogen wordt gehaald.
- Een inlaat in de plas van Buijsen (rode stip oostzijde plas) en een uitlaat in de watergang aan de zuidzijde van de nieuwe wijk, deze watergang eindigt in de plas.



Figuur 8 Plas van Buijsen, Pijnacker-Nootdorp

Gezien het feit dat de plas ongeveer vierkant is, wordt getwijfeld of het water dat vanaf de uitlaat naar de westzijde van de plas stroomt over de hele plas zal verdelen. Vandaar dat het effectieve oppervlak (breedte) van de plas is gereduceerd tot 60% ($f(b/L)=0,6$).

Plas van Buijsen, Keizershof									
	Lozing				m3/min				
	debiet	circulatie	0,0825	m3/s	4,95			niet oke	>100%
	max	delta-T	5	°C		beschikbare capaciteit		oordeel	relatief
	Vermogen	lozing	1727	kW		1576	kW	recirculatie	110%
	algemene factoren				check mengzone				
	dichtheid	water	1000	kg/m3		waarde	eenheid	oordeel	relatief
	soortelijke	warmte v	4187	J/kg/°C		600	m	gzone te g	324%
	uitwisselingsfactor		40	W/m2/°C		3000	m2	oke	66%
	Watersysteem								
watergang	breedte	diepte	lengte	f(b/L)	delta-T	oppervlak	exp-factor	rel-temp	verblijftijd
	[m]	[m]	[m]	[-]	[°c]	[m2]	[-]	[%]	[dagen]
					5,0		0	100%	0,0
1	4	0,7	400	1	4,2	1600	0,19	83%	0,2
2	7	0,7	200	1	3,5	1400	0,35	71%	0,3
3	180	1	140	0,6	0,6	15120	2,10	12%	2,4
Totaal	24,5		740			18120	recircul.	12%	

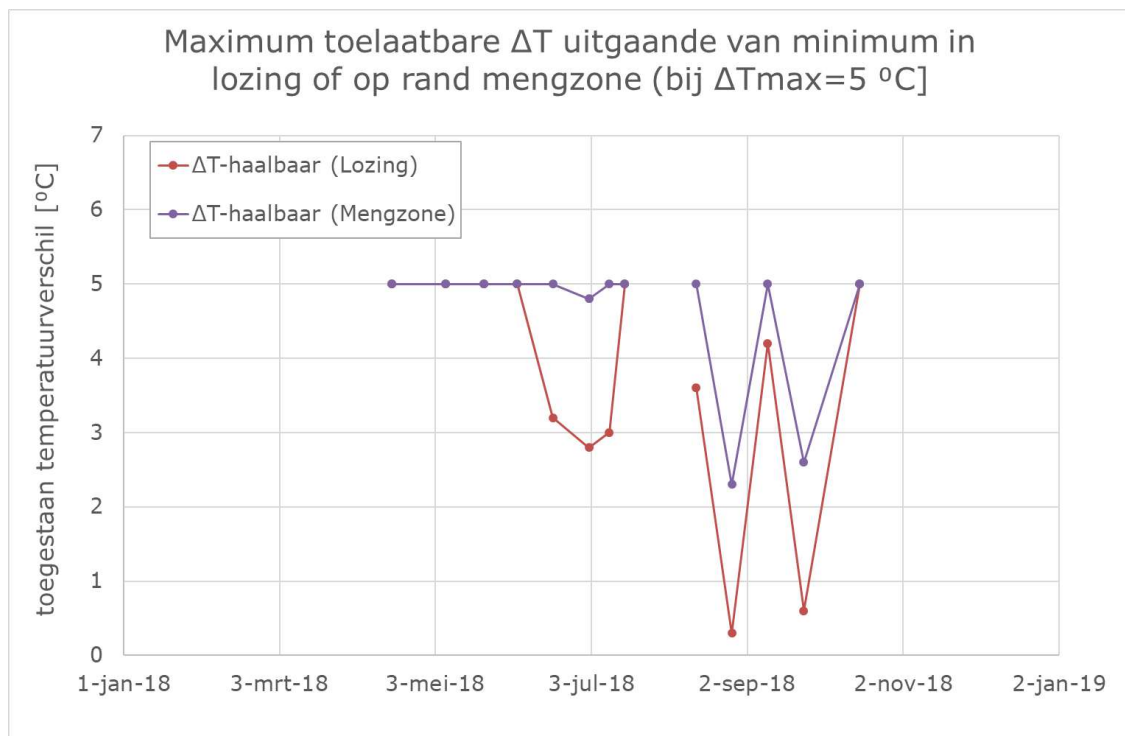
Tabel 3 Resultaten berekening voor koudelozing plas van Buijsen.

Uit het bovenstaande volgt dat bij de gekozen waarden er net te veel recirculatie optreedt. Wel is het beïnvloede oppervlak boven de 3 °C is minder dan 25% van het totale (effectieve) oppervlak. Feitelijk is het effect van deze lozing op de rand van wat acceptabel is. Er is hierbij een verdere beoordeling nodig en ook zullen wat aangepaste varianten moeten worden uitgewerkt.

Daarnaast is gecheckt in hoeverre op basis van een gemeten temperatuur verloop de installatie bij de plas van Buijsen voldoet aan de minimum eisen voor de oppervlaktewater temperatuur. Hierbij zijn als voorbeeld de gegevens genomen van de Dobbeplas, omdat er geen frequente gegevens zijn van de plas van Buijsen. Bij deze vergelijking is een onderscheid gemaakt in twee uitgangspunten:

- De minimum temperatuur voldoet voor het gehele systeem, dat wil zeggen de minimum temperatuur in de lozing gaat niet onder de gestelde minimum temperatuur in het oppervlaktewater (variant ΔT -haalbaar (Lozing)).
- De minimum temperatuur aan de rand van de mengzone voldoet aan de minimum eisen voor de temperatuur van het oppervlaktewater, dit wil zeggen dat de lozing nog 2 °C kouder mag zijn en is er dus meer ruimte (ΔT -haalbaar (mengzone))

In de onderstaande figuur is dit weergegeven in de vorm van een toegestane ΔT op basis van de werkelijke temperatuur van het oppervlaktewater en de minimum eis aan deze temperatuur.



Figuur 8 Toegestaan temperatuurverschil op basis van minimum temperatuur.

Uit de bovenstaande figuur volgt dat er vooral in juli en in sept en oktober perioden zijn dat de oppervlaktewater temperatuur laag is, de ΔT van de lozing moet dan worden beperkt. Gemiddeld over de periode mei t/m oktober 2018 betekent dit dat de ΔT niet 5 °C is maar gemiddeld verlaagd naar 3,6 (in lozing) dan wel 4,6 °C (rand mengzone). De gegevens over 2019 leveren ongeveer hetzelfde resultaat 3,5 om 4,6 °C.

Gezien de eenduidigheid wordt ervoor gekozen om uit te gaan van de temperatuur van de uitlaat als maatgevend voor de minimum/maximum temperatuur. Dit is een eenduidig te meten temperatuur zonder dat een vertaling hoeft plaats te vinden, dan wel een extra meetpunt hoeft te worden geïnstalleerd.

Gemaal Zuidpolder van Delfgauw, uitstroom systeem

Het gemaal van de Zuidpolder van Delfgauw ligt langs de Schie in de buurt van de TU-wijk en het daaraan grenzende terrein met veel bedrijven. Een optie is om warmte of koude te winnen uit de uitstroom vanuit deze polder. Uitgaande van een aantal standaard waarden van het gemaal is de maximum capaciteit van de onttrekking geschat.

Gemaal Zuidpolder van Delfgauw									
Lozing									
debiet uitstroom		200 m ³ /min		3,333333 m ³ /s					
debiet TEO-systeem		120 m ³ /min		2 m ³ /s		niet oke		>100%	
debiet gemaal		80 m ³ /min							
max delta-T		5 °C		beschikbare capaciteit		oordeel		tov max	
Vermogen lozing		41870 kW		41870 kW		oke		100%	
algemene factoren									
dichtheid water		1000 kg/m ³		check mengzone		oordeel		tov max	
soortelijke warmte v		4187 J/kg/°C		0 m		oke		0% lengte	
uitwisselingsfactor		40 W/m ² /°C							
Watersysteem									
watergang	breedte	diepte	lengte	delta-T	oppervlak	exp-factor	rel-temp	verblijftijd	
	[m]	[m]	[m]	[°C]	[m ²]	[-]	[%]	[dagen]	
				3		0	60%	0	
1	25	3,5	1000	2,8	25000	0,07	56%	0,3	
2	25	3,5	10000	1,4	250000	0,79	27%	3,3	
Inzet periode		5 maanden/jaar							
voltijds/deeltijd		10% %							
Energieopbrengst		54 TJ/jaar							
in vgl met gas		1.695.735 m ³ /jaar							

Uit dit voorbeeld volgt dat er veel energie is te winnen, maar de beschikbaarheid van het systeem is beperkt; hier is 10% aangehouden op basis van de inzet van het gemaal, echter de gemaalcapaciteit wordt vaak niet volledig benut, dus zou de inzet ook lager kunnen zijn, meer in de richting van 5%. Daarnaast betekent dit dus ook dat er een relatief groot systeem moet worden aangelegd dat maar een beperkte tijd per jaar wordt gebruikt.

Inzet van een gemaal voor de energiewinning vergt een goede afstemming, omdat de waterhuishouding leidend is. Indien er geen gemaalcapaciteit noodzakelijk is (vanuit de waterhuishouding) dan is er dus ook geen uitstroom en dus geen energiewinning.

BIJLAGE POTENTIEKAART STOWA (dd mei 2020)

In het kader van het landelijk beoordelingsstelsel van koudelozingen wordt voorgesteld om gebruik te maken van de potentiekaart van aquathermie van de STOWA. Deze kaart is ontwikkeld door Deltares en Syntraal, In de disclaimer staat dat deze kaart louter informerend is bedoeld en niet kan worden gebruikt bij het aanvragen van een vergunning!

De gegevens in deze kaart zijn gechecked voor het Delflandse deel en daarbij valt het volgende op:

- De potentie staat in GJ/jaar, maar de vraag is hoe die potentie is afgeleid:
 1. Op basis van een maximum temperatuurverschil of op basis van een realistisch temperatuurverschil;
 2. Met welke periode is rekening gehouden voor het omrekenen naar GJ/jaar
 3. Bij een vergunning ga je het liefst uit van kW (J/s) de feitelijk instantane lozing, waarbij je kijkt wat binnen de randvoorwaarde van het watersysteem kan; dat is zeker niet overal de maximale ΔT , want dat is fysisch niet realiseerbaar.
- De potentie van stilstaande meren (Delftse Hout, plan van Buijsen) lijkt in deze aquathermiekaart te laag ingeschat.
- De potentie van stilstaande kanalen lijkt voor de Schie te hoog en voor de Oude Delft redelijk te zijn ingeschat. Het verschil is niet verklaarbaar.

Plas van Buijsen.



De potentie van de plas van Buijsen is bepaald op basis van het kengetal 0,324 GJ/m²/jaar. In de handleiding is aangegeven dat dit gebaseerd is op gegevens van IF-Technology uit 2012 waarbij uitgegaan is van 90 kWh/m². Omrekenen van dit getal levert $90.000/3600=25/W/m^2$ en uitgaande van 5 maanden gebruik levert dit $5 \cdot 30 \cdot 86400 \cdot 25/10^9 = 0,324$ GJ/m²/jaar.

Uitgaande van een temperatuurverschil van 5 °C is de potentie van deze plas:

1. Maximum inzet: $40 \cdot 5 = 200$ W/m²
2. Inzet op basis van vergunning: $87 \cdot 0,5 = 44$ W/m² (vormfactor 0,5 vanwege het feit dat vermoedelijk maar een deel van de plas wordt doorstroomt)

Kortom wat noem je potentie en wat gebruik je om een vergunning af te geven.

In de berekening van Deltares is uitgegaan van een omvang van ongeveer 33.400 m². In werkelijkheid is de plas iets kleiner, omdat inmiddels de vorm van de uiteindelijke plas is aangepast.

Op basis van de berekening van Delfland is de potentie ongeveer (let op vormfactor van het meer: ongeveer de helft van het meer doet niet mee):

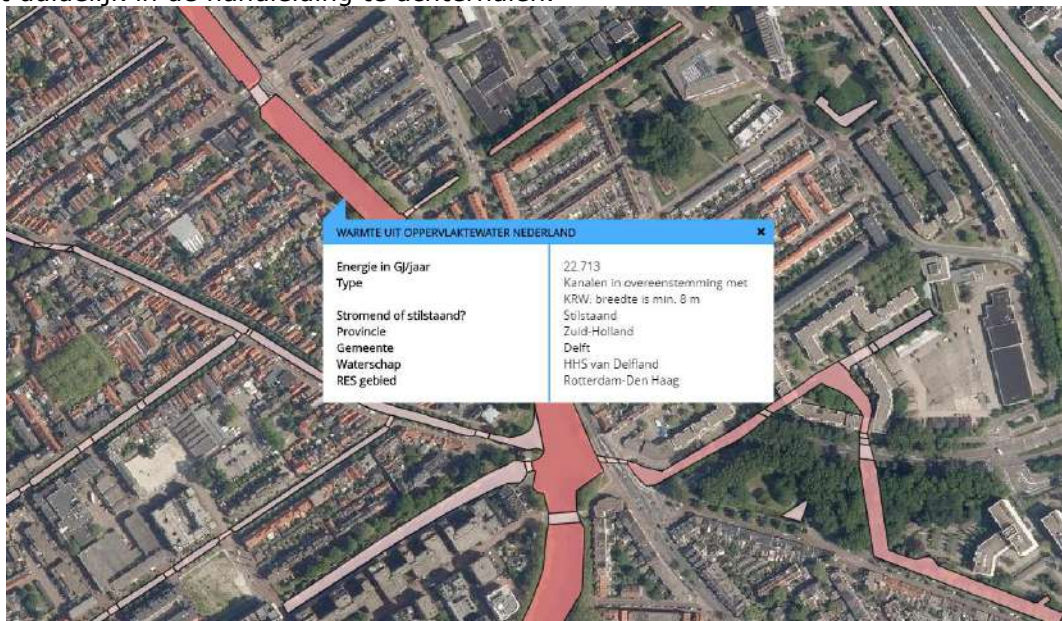
$$P = K \cdot A \cdot \Delta T_{\max} \cdot \beta \cdot f(b/l) = 40 \cdot 27000 \cdot 5 \cdot 1/2,3 \cdot 0,5 = 1.174.000 \text{ W} = 1.174 \text{ kW}$$

Op jaarbasis (5 maanden) is dat 15.215 GJ/jaar.

Voor de Delftse Hout (zwemplas van ruim 200.000 m²) volgt eenzelfde constatering.

Schie en Oude Delft

Het oppervlak van het deel van de Schie tussen de Koepoortbrug en de Oostpoortbrug is ongeveer 15000 m². Uit de potentiekaart volgt een potentie van 22.713 GJ/jaar. De methode is niet duidelijk in de handleiding te achterhalen.

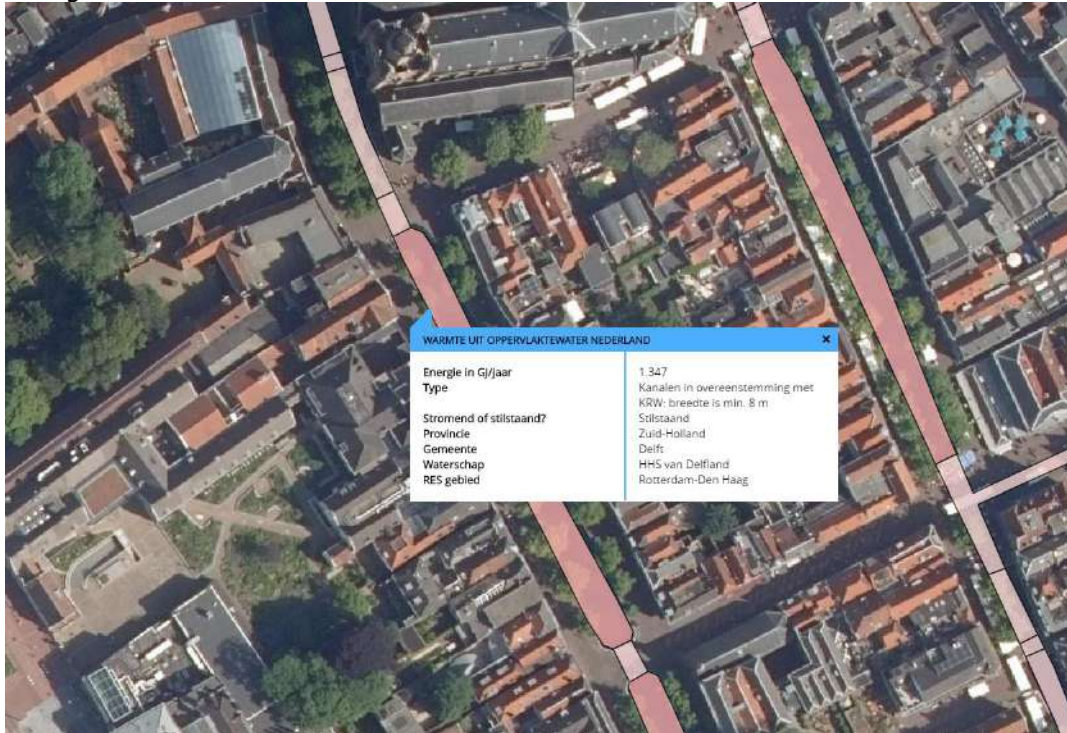


Uitgaande van het maximum temperatuurverschil van 5 graden Celsius is er een lozing mogelijk in dit stuk van 1305 kW (87 W/m²). Op jaarbasis (5 maanden operabel) is de maximum omvang van de lozing ongeveer 16.913 GJ/jaar.

Voor het berekenen van de potentie is vermoedelijk uitgegaan van een constant temperatuurverschil van 3 graden Celsius over het gehele oppervlak (bij 15000 m² ongeveer 23.328 GJ/jaar).

Oude Delft tussen Nieuwstraat en Oude Kerk

Het oppervlak van dit deel van de Oude Delft is ongeveer $124 \times 9 \approx 1116 \text{ m}^2$. Uit de potentiekaart volgt een potentie van 1347 GJ/jaar . De methode is niet duidelijk in de handleiding te achterhalen.



De maximale lozing op dit stuk is 97 kW (87 W/m^2); dat is 1257 GJ/jaar . Dit zijn dus weer redelijk vergelijkbaar met de potentiekaart. Dat is dus afwijkend van de Schie, terwijl beide als stilstaand kanaal van meer dan 8 meter zijn gecategoriseerd.