Smart polder De Mossen Houten

Impact project I&M: Hitte en Koelen benutten

Engineering the earth

Smart polder De Mossen Houten

Impact project I&M: Hitte en Koelen benutten

Smart polder De Mossen Houten

Impact project I&M: Hitte en Koelen benutten

Opdrachtgever **Ministerie van Infrastructuur en Milieu**
Postbus 20901
2500 EX DEN HAAG
T 070 - 456 1571 | E nieske.bisschop@minienm.nl
Contactpersoon: mevrouw N. Bisschop

Opdrachtgever **Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden**
Postbus 550
3990 GJ Houten
T 030 - 6345774 | E schaik.mj@hdsr.nl
Contactpersoon: de heer M. van Schaik

Adviseur **IF Technology bv**
Postbus 605
6800 AP ARNHEM
T 06-50451394| E b.scholten@iftechnology.nl
Contactpersoon: de heer B. Scholten

Colofon **Auteur:** **de heer B. Scholten**
Versie: definitief 2.0
Gecontroleerd door: Mevrouw A. Floris
Vrijgegeven door: de heer M.J.B. Koenders

Inhoudsopgave

1 Samenvatting 5

2 Inleiding 10
2.1 Algemeen 10
2.2 Plan van aanpak 11
2.2.1 Selecteren van kansrijke locaties 11
2.2.2 Inventarisatie gebiedskenmerken en belanghebbenden 11
2.2.3 Verkenning business case (dit rapport) 11
2.2.4 Verdiepingsfase 12
2.2.5 Project realisatie en exploitatie 12
2.3 Omschrijving casus: De Mossen 13

3 Inventarisatie 15
3.1 Stakeholderanalyse 15
3.2 Klimaatadaptie 16
3.3 Afnemers energie 17
3.4 Kenmerken watersysteem 18
3.5 Optimalisatie TEO-systeem 22
3.5.1 Thermische potentie Oosterlaakplas 23
3.5.2 Optimalisatie circuit 24
3.5.3 Technische staat TEO-systeem 27
3.5.4 Integratie in energievoorziening 28

4 Businesscase 30
4.1 Uitgangspunten 30
4.2 Kosten/baten optimalisaties 31
4.2.1 Optimalisatie circuit/doorspoeling rietplas 31
4.2.2 Optimalisatie technische staat TEO-systeem 32
4.2.3 Optimalisaties integratie TEO 33
4.3 Baten analyse 35

5 Conclusies en aanbevelingen 36
5.1 Technische en energetisch haalbaarheid 36
5.2 Ruimtelijke inpassing 36
5.3 Financiële haalbaarheid 37
5.4 Organisatorisch 37

5.5 Vervolg 38

Bijlage 1 Conceptbeschrijvingen TEO/Smart polder

Bijlage 2 Project documentatie

Bijlage 3 Foto's locatie bezoek

Bijlage 4 Conclusies DWA

1

Samenvatting

Uitgangspunten

De Vinex-wijk de Mossen in Houten (ook wel Hofstad of Palladium genoemd, zie Figuur 1) is in 2003/2004 aangelegd en bestaat uit circa 400 woningen. Deze woningen worden verwarmd en gekoeld met een warmte en koude opslagsysteem (WKO) in combinatie met thermische energie uit oppervlaktewater (TEO).

Door het gebruik van warmte uit oppervlaktewater en WKO ontstaat een CO_2 besparing van 157 ton CO_2 per jaar. Hiermee is de wijk all-electric en kan door het inkopen van groene elektriciteit 100% energieneutraal worden.

Iedere woning heeft een eigen warmtepomp voor het leveren van ruimteverwarming en warm tapwater en is aangesloten op een lage temperatuur distributienet voor bronwarmte. Ook kan koeling worden afgenomen uit het systeem. De woningen nemen aanzienlijk meer warmte af dan koeling waardoor er aanvullend warmte wordt geladen vanuit het nabijgelegen oppervlaktewater (de Rietplas en de Oosterlaakplas, zie Figuur 1). Het gaat hierbij dus om een bestaand TEO-systeem.

Figuur 1
De Wijk de Mossen met links de Rietplas en rechts de Oosterlaakplas

De warmte en koude wordt geleverd met een WKO-systeem (3 koude bronnen van 41 m³/h en 2 warme bronnen van 110 m³/h) in combinatie met een oppervlaktewatersysteem van 125 m³/h. Vanuit de Oosterlaakplas wordt in de zomer warmte gewonnen en opgeslagen in de WKO. De installatie draait al enige jaren en ondanks enkele kinderziektes zijn de huidige afnemers tevreden over de energievoorzieningen. De installatie is in beheer van Eneco en

de exploitatieperiode loopt ten einde. Om die reden onderzoeken de belanghebbenden of er een business case is voor een hernieuwde exploitatieperiode.

De algemene conclusie van het onderzoek naar de haalbaarheid van de vernieuwde exploitatie periode voor de TEO/WKO installatie is: de doorstart van exploitatie is mogelijk onder voorwaarden dat iedereen mee doet en vervangingskosten van de collectieve installatie juist zijn (zie rapportage bijlage 4). De vervanging/herstelkosten zijn geraamd op € 20.000,- per jaar (€ 300.000,- / 15 jaar). Deze worden terugverdient door een beter rendement en subsidie op de warmtepompen. De optimalisaties van de TEO-installatie zullen het redendement verder verbeteren.

De Rietplas/Oosterlaakplas

De Rietplas en Oosterlaakplas zijn stadsvijvers die ontstaan zijn uit zandafgravingen. De gezamenlijke oppervlakte bedraagt circa 14 hectare. De maximale diepte van de plassen bedraagt 14 meter (rond de eilanden bedraagt de diepte 2 tot 3 meter). De Rietplas is een officiële zwemlocatie in beheer van de gemeente Houten met enkele honderden bezoekers per jaar.

De plas wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van blauwalgen. Blauwalgen komen regelmatig voor met name aan de noordzijde van de plas en tussen de vissershuizen (zie Figuur 2). De gemeente en het Hoogheemraadschap hebben hiervoor beheersmaatregelen toegepast, zoals het doorspoelen met een pomp (45 m^3/h) en het plaatsen van twee beluchters om blauwalgen te beperken.

Figuur 2
Bron: Jaarverslag oppervlaktewater 2006 Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

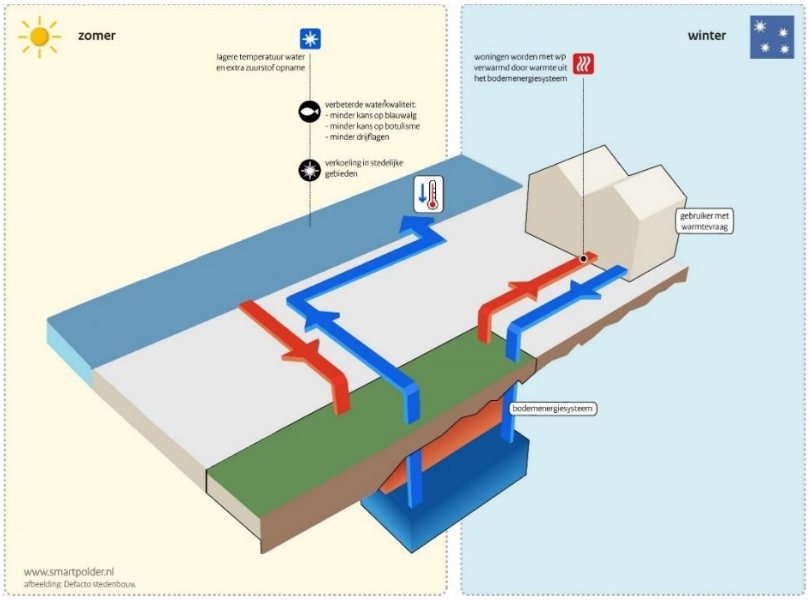
De regeneratie (warmtewinning) vindt plaats in de Oosterlaakplas. Hierin zijn een in- en uitlaat gemaakt waarmee maximaal 125 m^3/h aan oppervlaktewater kan worden onttrokken en geloosd (Figuur 3). Dit zal alleen plaatsvinden in de zomer als het oppervlaktewater voldoende warm is. De installatie heeft volgens Eneco een goede maar verouderde status.

Figuur 3
Links: inlaat TEO 125 m³/h
Rechts: uitlaat onder een steiger

Systeemconcept

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) in de vorm van warmtewinning in de zomer, kan worden omgezet in hoogwaardige warmte met een warmtepomp (WP) voor verwarming van gebouwen of voor de bereiding van warm tapwater. Dit is goed toepasbaar bij afnemers met overwegend warmtevraag (zoals woningen) en wordt 100% elektrisch opgewekt, zie Figuur 4.

Figuur 4
Concept TEO: Smart polder, WKO met warmtewinning uit oppervlaktewater



In de zomer wordt warmte gewonnen uit het oppervlaktewater en opgeslagen in het bodemenergiesysteem (WKO). Deze warmte kan in de winter uit de bodem worden

opgepompt om te dienen als warmtebron voor de warmtepomp. Bij de Mossen nemen de woningen in de zomer ook een deel van de bronkoude af voor duurzame koeling.

Uit de monitoringsgegevens blijkt de TEO-installatie in de eerste jaren geen warmte te hebben geladen maar sinds enkele aanpassingen in 2013 is het TEO-systeem wel in bedrijf en wordt warmte geladen. De vraag is hoe het systeem nu functioneert en of er nog optimalisaties mogelijk zijn om de robuustheid te vergroten en de onderhoudskosten te beperken. Voor het vervolg wordt een evaluatie voorgesteld met betrokken partijen en experts om meer inzicht te krijgen in het huidig functioneren en de wenselijke aanpassingen.

Inpassen voorzieningen

Aan de hand van thermische berekeningen blijken de in- en uitlaat van het TEO-systeem op dit moment te dicht bij elkaar te staan. Hierdoor kan thermische kortsluiting optreden. Door de uitlaat te verleggen kan de warmtewinning over een groter oppervlakte plaatsvinden waardoor thermische kortsluiting kan worden uitgesloten. Door de locatie van de uitlaat te wijzigen wordt de doorstroming van de Rietplas bevorderd (zie Figuur 5) wat de vorming van blauwalgen naar verwachting zal verminderen. Blauwalgenbestrijding is waardevol voor de gemeente en het Hoogheemraadschap aangezien de Rietplas een officiële zwemlocatie is en een recreatieve functie heeft voor het gebied.

Figuur 5 Verbeterde doorstroming in de Rietplas.

De kosten voor de aanpassing van de uitlaat zijn beperkt (ca. € 6.000,-) en hebben als neveneffect een verbeterde doorstroming van de Rietplas. Mogelijk is er budget beschikbaar voor de optimalisatie van het TEO-systeem uit de Impulsregeling klimaatadaptatie in de Stad van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR).

Voor het onttrekken en lozen van oppervlaktewater is geen vergunning aangetroffen in de archieven van HDSR. Mogelijk is deze vergunning/toestemming verleend door de gemeente Houten aangezien de gemeente eigenaar is van de plas. Dit zal nader onderzocht dienen te worden.

Stakeholders

De bewoners zien graag een voortzetting van de exploitatie. Voorwaarde hierbij is een robuuste energievoorziening en indien mogelijk een lager energieverbruik voor de warmtepompen. Voor de vernieuwde exploitatie wordt een zogenaamd “bidbook” opgesteld (gemeente, Eneco, DWA) met daarin de business case voor de vernieuwde exploitatie van de installatie. Hiermee hopen de belanghebbenden een nieuwe exploitant te betrekken en bij de vernieuwde exploitatie enkele optimalisaties te kunnen doorvoeren. De technische optimalisaties aan de installatie en de voorgestelde aanpassing aan de uitlaat kunnen worden opgenomen in dit “bidbook”.

Voor de gemeente is de Mossen een voorbeeld van een aardgasloze wijk en zou een vernieuwde exploitatieperiode bijdragen aan de duurzaamheidsdoelstelling. Een vernieuwde exploitatieperiode van De Mossen heeft een hoog demonstratiegehalte voor het Hoogheemraadschap en de gemeente. Hiermee kan het project als (praktijk)voorbeeld dienen voor toekomstige gasloze ontwikkelingen.

Vervolg

Een belangrijke vervolgactie is het bespreken van de conclusies uit de onderzoeken van DWA en IF Technology met de belanghebbenden en het formuleren van een plan van aanpak voor het betrekken van een nieuwe exploitant.

2

Inleiding

2.1 Algemeen

Het Impactproject “Hitte koelen en benutten” is één van de vijf geselecteerde projecten in de 3e tranche van het Stimuleringsprogramma Ruimtelijke Adaptatie (SRA). Onder het Impactproject worden drie Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) business cases uitgewerkt voor verschillende U10 gemeenten in het beheergebied van het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Voorliggend onderzoek heeft geresulteerd in een plan van aanpak om tot een business case te komen en geeft een beschrijving van de verschillende business cases. Hiermee geeft het Impactproject “Hitte koelen en benutten” leerpunten (do’s en don’ts) over het ontwikkelen van TEO-projecten en de toepassing van Smart polder.

Met energie uit oppervlaktewater kunnen gebouwen worden verwarmd of gekoeld. Neveneffect is dat het koelen van oppervlaktewater hitte bestrijdt en de waterkwaliteit verbetert. Dit levert een interessante bijdrage aan ruimtelijke adaptatie, aangezien dit principe in het grootste deel van Nederland toepasbaar is.

Er is een kansenkaart ontwikkeld voor de regio Utrecht door IF Technology in opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en samenwerkende gemeenten in Utrecht. Aan de hand van deze kansenkaart zijn workshops gegeven met lokale stakeholders om te komen tot concrete business cases. In dit rapport wordt de meerwaarde van TEO voor de case De Mossen bepaald.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 is de samenvatting van dit rapport gegeven. Hoofdstuk 2 geeft de inleiding, het doel van dit onderzoek en het plan van aanpak om van een kansrijke locatie tot een TEO-project te komen. Ook wordt ingegaan op de specifieke kenmerken van de casus De Mossen. Hoofdstuk 3 geeft de inventarisatie van het project weer en de mogelijke optimalisaties. De kosten en baten van de business case worden gegeven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de conclusies en aanbevelingen gedaan. In bijlage 1 is een uitgebreide omschrijving te vinden van TEO en Smart polder concepten.

2.2 Plan van aanpak

In het PvA (plan van aanpak) zijn de stappen beschreven die zijn uitgevoerd om tot een business case te komen. Hierbij zijn de verschillende activiteiten, hulpmiddelen en resultaten beschreven.

2.2.1 Selecteren van kansrijke locaties

In de eerste fase zijn kansrijke locaties geselecteerd via workshops met de belanghebbenden. Hierbij zijn mensen van de gemeente uitgenodigd met kennis van RO en energie. Belangrijk hierbij is dat er een overzicht is (digitaal of door kennis van de aanwezige personen) van locaties van ontwikkelingen (nieuwbouw, renovatie of hoog energieverbruik). In de workshop is aan de hand van de kansenkaart gekeken of er een match is tussen deze gebieden/gebouwen/wijken waar de ontwikkelingen gepland zijn en het aanwezig technische potentieel vanuit het oppervlaktewater, gemalen en/of diepe plassen. Het resultaat van deze fase is een top 10 van kansrijke locaties. Uit deze top 10 zijn voor het Impactproject drie locaties geselecteerd op basis van projectplanning/urgentie.

2.2.2 Inventarisatie gebiedskenmerken en belanghebbenden

In deze fase is een overzicht gemaakt van de betrokkenen (stakeholderanalyse). Welke partijen zijn direct of indirect bij dit project of deze locatie betrokken? Welke rol spelen zij en kunnen zij input leveren voor de business case? In deze fase wordt ook overwogen om een lokale netbeheerder en/of energiebedrijf te benaderen voor kennis van het gebied en het afstemmen van bestaande of toekomstige ontwikkelingen op energiegebied (bijvoorbeeld de aanleg van een warmtenet en het al dan niet vervangen van de bestaande gasinfrastructuur).

Verder zijn de projectkenmerken geïnventariseerd bij de gemeente, Hoogheemraadschap en provincie. Eventueel kan er ook al een afnemer of projectontwikkelaar in beeld zijn waar gedetailleerde informatie beschikbaar is. Belangrijke gegevens zijn:

- Kenmerken watersysteem en/of kunstwerk (gemaal)
- Bodemopbouw en omgevingsbelangen grondwater
- Identificeren potentiële afnemers energie (warmte en/of koude)
- Inventarisatie huidige/toekomstige energievraag beoogde afnemers

2.2.3 Verkenning business case (dit rapport)

Een belangrijke stap naar de realisatie is het uitwerken van de business case met het bepalen van het energieconcept op basis van de aanwezige/toekomstige vraag en het

aanbod. In de bijlage zijn diverse TEO/Smart polder concepten weergegeven met specifieke kenmerken. Met het energieconcept wordt een schetsontwerp (SO) opgesteld van de thermische winning, distributie en opwekking. Dit wordt uitgewerkt in een financiële analyse. Ook wordt de juridische haalbaarheid van het project beoordeeld (Waterwet en omgevingsbelangen). Als uit de business case blijkt dat het project haalbaar is en voldoende draagvlak is bij de stakeholders om het project verder te brengen, kunnen de voorwaarden voor het vervolg worden vastgelegd in een Intentieovereenkomst tussen de belanghebbenden.

2.2.4 Verdiepingsfase

In deze fase wordt een verdieping uitgevoerd van het technisch ontwerp (SO→VO), en worden de juridische haalbaarheid (het aanvragen van vergunningen) en de financiële haalbaarheid geïnventariseerd. Hierbij kunnen ook de maatschappelijke baten worden gewaardeerd. In deze fase dienen naast de kosten en de baten, de onzekerheden en risico's zo goed mogelijk in beeld te worden gebracht voor alle relevante stakeholders. Op basis van deze inzichten kan besloten worden om een samenwerkingsovereenkomst aan te gaan waarin de rolverdeling en het projectfinancieringsmodel worden vastgelegd.

2.2.5 Project realisatie en exploitatie

De hierop volgende fasen zijn projectrealisatie en exploitatie. Hierbij kan de realisatie/exploitatie van het project eventueel (deels) in de markt worden gezet. Belangrijk voor deze fase is het inrichten van een monitorings- en beheerorganisatie die langdurig het optimale rendement uit het project kan genereren en de hierbij vooraf gestelde randvoorwaarden kan monitoren en waar nodig kan bijsturen.

2.3 Omschrijving casus: De Mossen

De Mossen is een bestaande wijk met circa 400 woningen die zijn aangesloten op een collectief WKO-systeem. Via een lage temperatuur distributienet worden alle woningen voorzien van bronwarmte en koude die geleverd wordt door WKO-Bronnen (3 warme bronnen en 2 koude bronnen). Om deze bronnen in balans te brengen is een regeneratiesysteem aangelegd op de Rietplas/Oosterlaakplas (Figuur 6) waarmee in de zomer warmte kan worden gewonnen uit het oppervlaktewater om de warme bronnen op temperatuur te brengen. Het systeem is aangelegd in 2003/2004 (zie bijlage 2 revisie Eneco). In de vergunning voor de WKO (kenmerk: 2000WEM3253i) is gerekend met een CO_2-reductie van 157 ton per jaar. Het systeem is in exploitatie bij Eneco. De exploitatieperiode loopt ten einde. Hierdoor rijst de vraag of en op welke wijze de exploitatie kan worden voortgezet (revitalisatie of beëindiging). Door het adviesbureau DWA is een onderzoek uitgevoerd naar het huidige functioneren en mogelijkheden voor optimalisaties. Het doel hiervan is om inzicht te krijgen in de business case voor een nieuwe exploitatie periode. Hierbij komt de vraag naar voren wat de benodigde (her)investeringen zijn om het systeem weer optimaal te laten functioneren en wat de meerwaarde is van optimalisaties aan het TEO-systeem. De kosten en baten van de optimalisatie van het bestaande TEO-systeem zijn input voor het onderzoek van DWA.

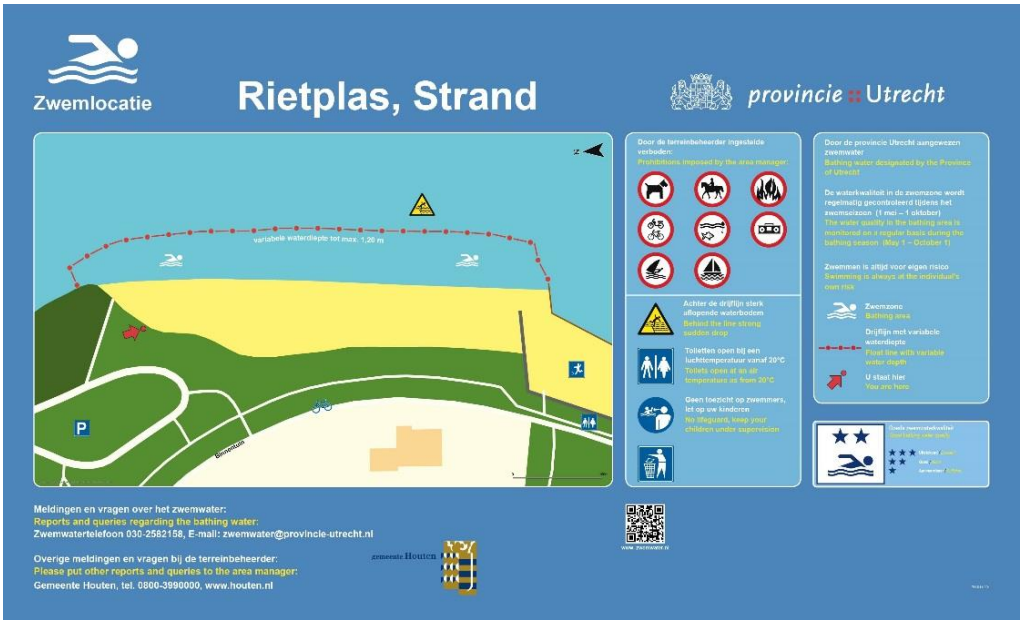
De algemene conclusie van het onderzoek van DWA naar de haalbaarheid van de vernieuwde exploitatie periode voor de TEO/WKO installatie is: de doorstart van exploitatie is mogelijk onder voorwaarden dat iedereen mee doet en vervangingskosten van de collectieve installatie juist zijn (zie rapportage bijlage 4). De vervanging/herstelkosten zijn geraamd op € 20.000,- per jaar (€ 300.000,- / 15 jaar). Deze worden terugverdient door een beter rendement en subsidie op de warmtepompen. De optimalisaties van de TEO installatie zullen het redendement verder verbeteren.

De Rietplas/Oosterlaakplas zijn zandwinningen die nu een recreatieve functie (Figuur 7) invullen voor de gemeente Houten. De plassen hebben regelmatig last van blauwalgenbloei en waterkwaliteitsproblemen. Deze problemen kunnen vertaald worden in maatschappelijke kosten door beperktere recreatiemogelijkheden en omgevingswaarde.

Voor het Impactproject “Hitte koelen en benutten” is het de vraag welke meerwaarde de optimalisatie van het TEO-systeem heeft voor de business case van de revitalisatie van het bestaande systeem.

Figuur 6
Het gebied de Mossen (links de Rietplas en rechts de Oosterlaakplas)

Figuur 7
Informatie Rietplas, officiële zwemlocatie



3

Inventarisatie

3.1 Stakeholderanalyse

I&M

Rijk, provincies, gemeenten en Hoogheemraadschappen hebben de gezamenlijke ambitie dat Nederland in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en water robuust is ingericht. Klimaatbestendig en water robuust inrichten moet in 2020 onderdeel zijn van het beleid en handelen van deze partijen, door bij regionale en lokale ruimtelijke afwegingen de waterrobuustheid en klimaatbestendigheid van het eigen plangebied te analyseren.

Het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie heeft het project Hitte koelen en benutten als impactproject geselecteerd voor de 3e tranche. Vanuit het Stimuleringsprogramma Ruimtelijke Adaptatie worden de impactprojecten ondersteund. Voor de projecten kan aangegeven worden aan welke vorm van ondersteuning behoefte is. Resultaten en lessen van de Impactprojecten worden via de nieuwsbrief Ruimtelijke Adaptatie en de site www.ruimtelijkeadaptatie.nl bekend gemaakt, zodat anderen ervan kunnen leren. Ook van de impactprojecten wordt gevraagd om de resultaten en ervaringen ervan te verspreiden.

Provincie Utrecht

De provincie is bevoegd gezag voor de realisatie van WKO (open bodemenergiesystemen) en heeft de vergunning voor het onttrekken en retourneren van grondwater afgegeven. Verder heeft de provincie de TEO kansenkaart van HDSR als duurzaam alternatief opgenomen in de kansenkaart “Duurzame warmte in Utrecht”. Acht Utrechtse overheidsinstellingen en de Veiligheidsregio Utrecht hebben de intentie om samen te werken aan oplossingen voor de gevolgen van de klimaatverandering. De partijen werken samen zodat de bebouwde omgeving ook in 2050 nog aantrekkelijk is om te leven. Om deze doelen te realiseren, hebben de partijen zich verenigd in een Coalitie Ruimtelijke Adaptatie Regio Utrecht

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden is bevoegd gezag voor de waterkwaliteit van de Rietplas en de Oosterlaakplas. Daarnaast heeft het Hoogheemraadschap hoge ambities voor duurzaamheid. De ambities van de Hoogheemraadschappen zijn vastgelegd in het Klimaatakkoord (2010), het SER Energieakkoord (2013) en de Green Deal Energie (2016):

- 30% energie-efficiënter en zuiniger werken tussen 2005 en 2020.
- 40% zelfvoorzienend door eigen duurzame energieproductie in 2020 en in de periode daarna zo snel mogelijk energieneutraal.
- 30% minder uitstoot van broeikasgas tussen 1990 en 2020.

Gemeente Houten

De gemeente Houten is eigenaar van de Rietplas en hiermee medeverantwoordelijke voor de waterkwaliteit en de recreatiefunctie. De gemeente draagt een verantwoordelijkheid voor het beheer van de plas. Bij de realisatie van het project zijn voorzieningen geplaatst in de openbare ruimte (kabels, leidingen, inlaat en uitlaatwerk en bronnen), waar de gemeente bevoegd gezag is. De Mossen is een aardgasloze wijk en het project sluit aan op de duurzaamheidambities van de gemeente.

Bewoners/afnemers De Mossen

De WKO levert bronwarmte en koude die in de woningen met een individuele warmtepomp wordt opgewaardeerd voor verwarming en warm tapwater. De bewoners betalen voor de bronwarmte en voor het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp. Belangrijke voorwaarde voor de bewoners is een robuuste energievoorziening en een zo laag mogelijk elektriciteitsverbruik. Daarnaast is het verbeteren van de waterkwaliteit en daarmee de omgevingswaarde waardevol. Adviesbureau DWA onderzoekt voor de bewoners wat de huidige staat van het systeem is en wat de mogelijkheden zijn voor revitalisatie (renovatie) of alternatieve warmte oplossingen. De bewoners zien graag een voortzetting van de exploitatie.

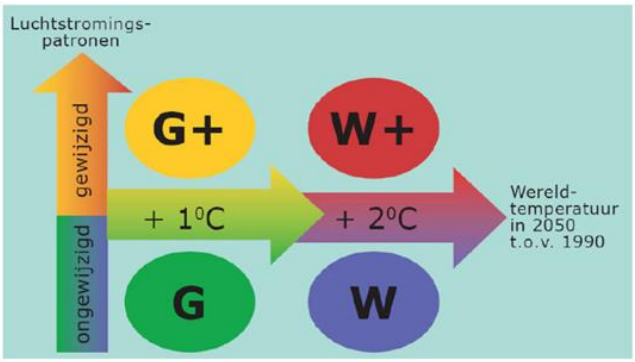
Eneco

De exploitatie van het WKO-systeem wordt gedaan door Eneco. Eneco onderzoekt de business case voor het revitaliseren van de installatie. Hierbij is het de wens van Eneco om de exploitatie van de installatie over te dragen aan een andere partij.

3.2 Klimaatadaptie

Het klimaat verandert en veel van de sinds de jaren vijftig waargenomen veranderingen in het klimaatsysteem zijn in de afgelopen honderden tot duizenden jaren niet eerder voorgekomen. De concentratie van broeikasgassen is toegenomen. De atmosfeer en de oceaan zijn opgewarmd. De hoeveelheid sneeuw en ijs is afgenomen en de zeespiegel is gestegen. Nederland en omringende landen zijn tweemaal zo snel opgewarmd als gemiddeld op aarde en ook is het hier meer en extremer gaan regenen. Zowel mondiaal als voor Nederland was het jaar 2016 een record qua warmte (zie Figuur 8)[08].

Figuur 8
bron: KNMI
Klimaatscenario's.



Figuur 2.1. Schematisch overzicht van de vier KNMI'06 klimaatscenario's. Zie onderstaande legenda voor een toelichting.

G	Gematigd	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
G+	Gematigd +	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind
W	Warm	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
W+	Warm +	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind

Tabel 2.1. Legenda voor de KNMI'06 klimaatscenario's

Door klimaatverandering zullen er meer warme zomers voorkomen. De zomer krijgt meer tropische nachten, met een minimumtemperatuur van 20°C of hoger, en meer zomerse dagen, met een maximumtemperatuur van 25°C of hoger. Hierdoor zal het aantal locaties met problematische blauwalgenbloei en de duur van blauwalgenbloei toenemen (bron: Pearl en Huisman). Het onttrekken van warmte uit oppervlaktewater beperkt de bloei van blauwalgen en doorstroming als gevolg van de onttrekking verlaagt de kans op de vorming van problematische hoeveelheden algen.

3.3 Afnemers energie

- Circa 400 woningen op laagtemperatuur distributienet met individuele warmtepompen;
- Warmte en koude afname mogelijk, change over;
- Warmtelevering met bronwater in zomer regeneratie met oppervlaktewater;
- Koude bronwater (voor)verwarmen met TEO en aanbieden als koeling (serie).

3.4 Kenmerken watersysteem

Rietplas/Oosterlaakplas:

- Stadsvijver (zandafgraving, relatief recent)
- Oppervlakte: 14 Ha
- Diepte: max. 14 meter, rond eilanden 2-3 meter
- Gemiddelde breedte: 300 meter
- Plas is geïsoleerd, doorspoeling Rietplas (45 m³/h)
- Europese zwemwaterrichtlijn (2006/7/EG)
- Bezoekersaantallen strand: enkele honderden (500?)
- Aanwezigheid van blauwalgen (rond eilanden)

Er komen regelmatig blauwalgen voor, met name aan de noordzijde van de plas en tussen de vissershuizen (zie Figuur 9). Hiervoor zijn diverse beheersmaatregelen getroffen door gemeente en het Hoogheemraadschap.

Figuur 9
Bron: Jaarverslag oppervlaktewater 2006 Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

De gemeente Houten beheert een pomp (45 m³/uur) die de Rietplas doorspoelt (zie foto's in bijlage 3). Het water wordt in het noorden uit de plas onttrokken en stroomt via een sloot met de klok mee terug naar de zuidelijke Rietplas. Het water gaat over twee stuwtjes (zie Figuur 10). Daarnaast beheert de gemeente twee beluchters om blauwalgen te beperken.

De regeneratie (warmtewinning) vindt plaats in de Oosterlaakplas. Hierin zijn een in- en uitlaat gemaakt waarmee maximaal 125 m³/h aan oppervlaktewater kan worden onttrokken en geloosd (zie Figuur 11). Dit zal alleen plaats vinden in de zomer als het oppervlaktewater voldoende warm is. De installatie heeft volgens Eneco een goede maar gebruikte/verouderde status. In Figuur 12, 13 en 14 zijn het in- en uitlaatwerk in de plas gepresenteerd.

Figuur 10
Circuit doorspoeling Rietplas gemeentelijk gemaal.

Figuur 11
In- en uitlaat regeneratie in Oosterlaakplas en uitlaat doorspoeling

Figuur 12
Inlaat rooster met daar achter de inlaatbak met voorfilter

Figuur 13
Uitlaat is onder de steiger geplaatst

Figuur 14
Lozing in de uitlaat vindt plaats in een betonnen uitlaatbak onder de steiger

Overige kenmerken oppervlaktewater:

- geen scheepvaart;
- veel zwerfvuil aanwezig;
- vissen en andere macrofouling aanwezig;
- biofouling (algen en mosselgroei) te verwachten;
- vandalisme gevoelige locatie.

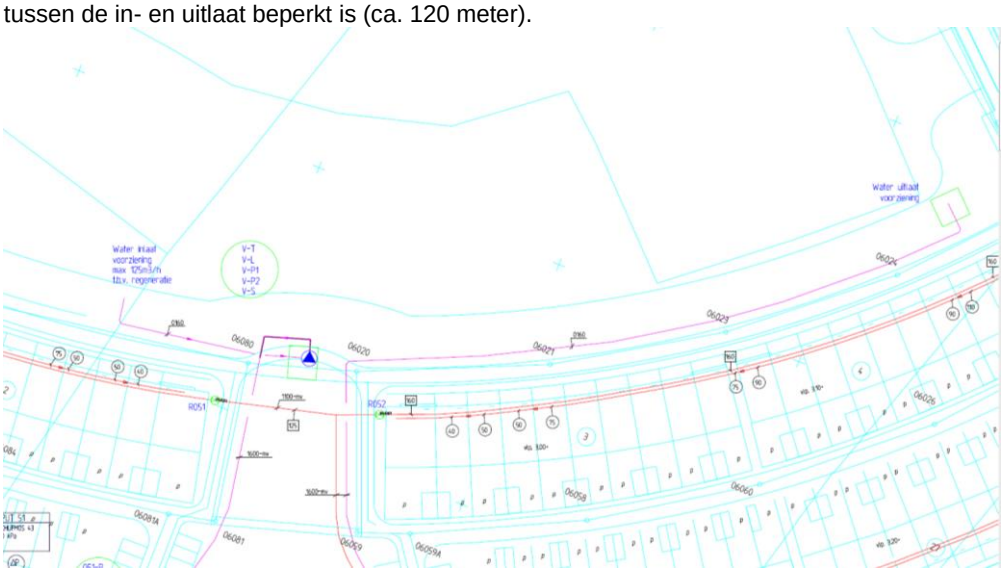
Juridisch

Het gebruik van oppervlaktewater voor de levering van energie, het onttrekken en lozen van oppervlaktewater energieleverancier is vergunningplichtig bij het Hoogheemraadschap in het kader van de Waterwet. Voor het gebruik van het oppervlaktewater voor warmte laden voor het project is geen vergunning teruggevonden in het archief van HDSR. Mogelijk is de vergunning aangevraagd bij de gemeente Houten als eigenaar van de plas, dit dient nader te worden onderzocht.

3.5 Optimalisatie TEO-systeem

In de huidige situatie wordt in de zomer warmte gewonnen door oppervlaktewater te onttrekken uit de Oosterlaakplas. Vervolgens wordt warmte afgegeven aan relatief koel grondwater via een warmtewisselaar. Het afgekoelde oppervlaktewater wordt vervolgens weer geloosd in het oosten van de Oosterlaakplas. In Figuur 15 is te zien dat de afstand tussen de in- en uitlaat beperkt is (ca. 120 meter).

Figuur 15
revisie tekening 2004



Met een afstand van 120 meter tussen in- en uitlaat en een gemiddelde breedte van de Oosterlaakplas van 50 meter wordt slechts een oppervlakte van 6.000 m² van de totale oppervlakte van 25.000 m² gebruikt voor het winnen van warmte. Volgens opgave van Eneco wordt er jaarlijks gemiddeld 783 MWht aan warmte geladen (zie Figuur 16). Het is hierbij onduidelijk hoeveel hiervan als koude wordt geleverd aan de woningen.

Op basis van het debiet van 125 m³/h en een gemiddelde temperatuursverandering van 6 °C moet het TEO-systeem in theorie 1740 MWht per seizoen kunnen laden (125 m³/h *dt 6* = 870 kW bij 2000 uur[1]).

[1] De oppervlaktewatertemperatuur ligt gemiddeld 2000 uur boven de 15 °C. bron: Landelijke verkenning TEO RWS door Deltares/IF Technology 2014

Figuur 16
Opgave warmtewinning TEO

Warmtewinning	MWht
theoretisch	*1740*
2016 (inschatting)	*1765,3*
2015	626,1
2014	889,4
2013	680,2
2012	360,6
2011	541,7
2010	689,6
2009	679,1
2008	815
Gemiddeld	783

3.5.1 Thermische potentie Oosterlaakplas

Om de capaciteit van het oppervlaktewatersysteem te beoordelen wordt de huidige situatie doorgerekend met een thermisch model. Hierbij is berekend of de beschikbare oppervlakte (minimaal 6.000 m² en maximaal 25.000 m²) voldoende is om 870 kW te winnen.

Uitgangspunt is dat 125 m³/h lozingswater 6 graden kouder wordt geloosd dan de natuurlijke watertemperatuur:

Scenario:

1. Huidige situatie (6.000 m²) onder normale omstandigheden.
2. Totale oppervlakte (25.000 m²) onder normale omstandigheden.
3. Huidige situatie (6.000 m²) onder optimale omstandigheden (zonnig/warm).
4. Totale oppervlakte (25.000 m²) onder optimale omstandigheden (zonnig/warm).

De thermische capaciteit is berekend volgens het model van E. Aparicio Medrano waarbij de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Windsnelheid: 4 m/s (op basis van langjarig gemiddelde voor juli, KNMI)
- Waterdiepte: 3 m
- Natuurlijke stroming: 0 m/s (water stroomt terug van het lozingspunt naar de inlaat)

- Relatieve luchtvochtigheid: 60%
- dT in TEO- installatie: 6K
- T oppervlaktewater: 20°C

In combinatie met bovenstaande parameters is een zelfkoelingsgetal gekozen van 30 W/m².K onder normale omstandigheden en 50 W/m².K onder optimale omstandigheden. Het zelfkoelingsgetal geeft de mate weer waarin de atmosfeer invloed heeft op de opwarming van een koude lozing.

De resultaten van de thermische capaciteitsberekening zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1
Overzicht thermische capaciteit scenario's

Scenario	Seizoen [W/(m² °C)]	afstand [m]	opper. [m²]	volume [m³]	thermische kortsluiting [K]	Verblijftijd [dag]
1	30	120	6.000	18.000	-2	6
2	30	120	25.000	74.880	0	25
3	50	120	6.000	18.000	-1	6
4	50	120	25.000	74.880	0	25

Uit tabel 1 blijkt dat met de huidige afstand van 120 meter tussen de in- en uitlaat thermische kortsluiting kan optreden waardoor minder energie kan worden geladen uit het oppervlaktewater. Dit geeft een verlaagde temperatuur bij de inlaat van het TEO-systeem (scenario 1: -2 graden lager en scenario 3: -1 graad lager). Dit kan resulteren in lagere temperaturen in de warme bronnen waardoor het rendement van het systeem afneemt en in een onbalans ontstaat in de bronnen. De afname van rendement (SPF, Seasonal Performance Factor) wordt met name veroorzaakt door een lager temperatuurverschil (waardoor er meer water moet worden verpompt, pompenergie) en een lagere COP (Coëfficiënt of Performance) van de warmtepompen. Hierdoor verbruikt de warmtepomp meer elektriciteit om warmte te maken. Een ander risico is dat bij een te lage retourtemperatuur de warmtepompen kapot kunnen gaan.

3.5.2 Optimalisatie circuit

Met het huidige lozingspunt is thermische kortsluiting te verwachten. Door het oppervlaktewatercircuit te vergroten kan dit worden verbeterd. Een eenvoudige manier om

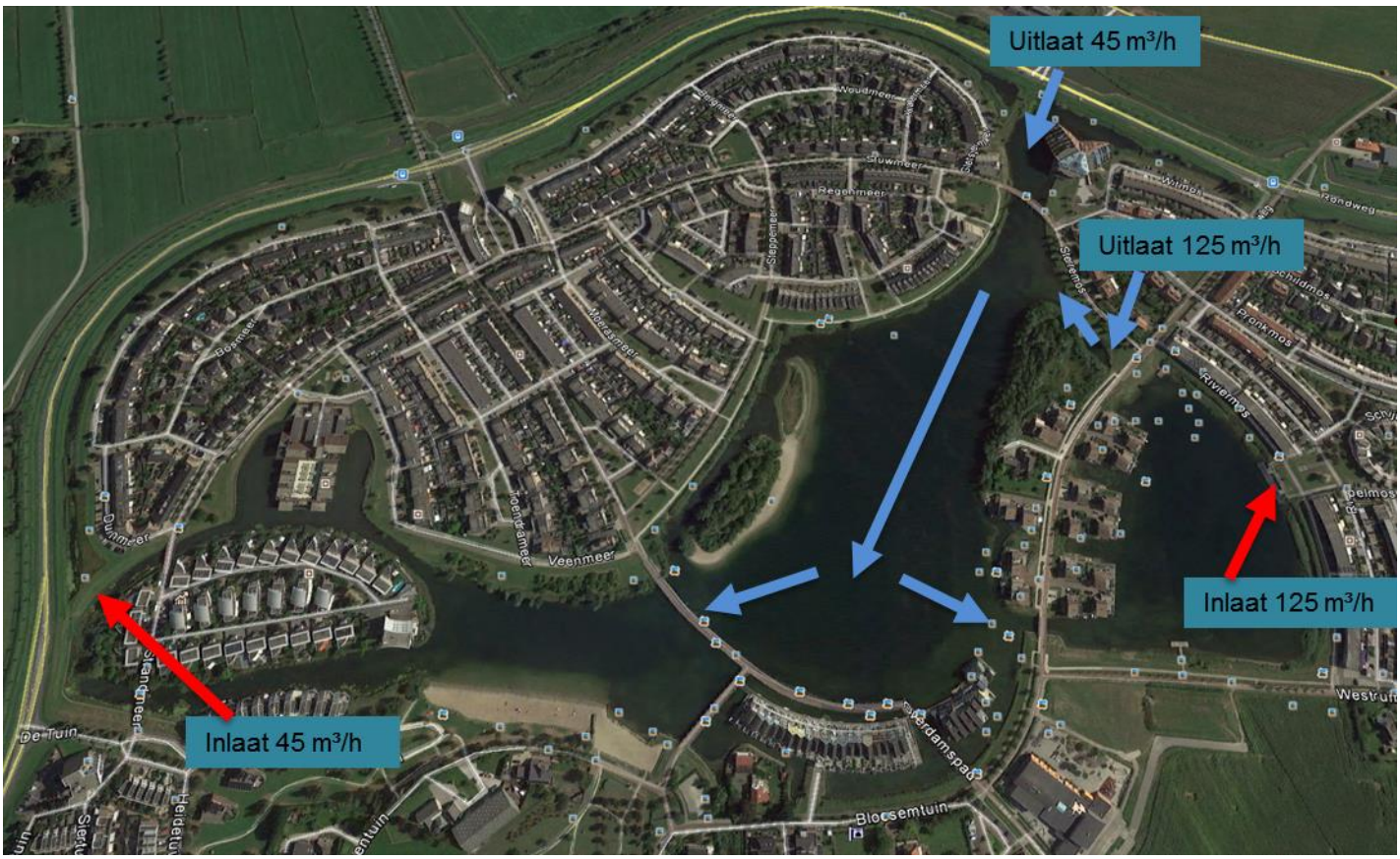
dit te doen is het verleggen van het lozingspunt in de duiker onder de Beusichemseweg Figuur 1). Dit is een afstand van ca. 20 meter.

Figuur 17
Rechts de steiger met de huidige uitlaat. In de voorgrond de duiker onder de Beusichemseweg.

Door de lozing in de duiker richting de rietplas te sturen zal het water naar de rietplas worden gestuwd (waterstraalpomp werking). Met een debiet van 125 m³/h en een doorstroomopening ca. 4 meter breed en 1 meter diep wordt de stroomsnelheid 0,009 m/s, (1 cm/s). Hierbij wordt tevens water uit de Oosterlaakplas meegevoerd en kan de afstand tussen in- en uitlaat wordt aanzienlijk worden vergroot. Daarnaast wordt de doorspoeling van de rietplas bevorderd (die nu wordt doorgespoeld met het gemeente gemaal met 45 m³/h). Door de lozing van 125 m³/h hier aan toe te voegen neem de doorspoeling aanzienlijk toe. Het water ter hoogte van de lozing is kouder en heeft een gunstig effect

tegen de vorming van blauwalgen (zie Figuur 18). Ook zal het water in de Oosterlaakplas sneller worden ververst door de doorstroom met de Rietplas. Deze extra doorspoeling heeft hiermee waarde voor het Hoogheemraadschap en de gemeente door de positieve invloed op de waterkwaliteit. Deze waarde kan een motivatie zijn voor de waterbeheerder om (een deel van) deze kosten voor deze wijziging op zich te nemen.

Figuur 18 overzicht van de doorspoeling rietplas/oosterlaakplas door het verleggen van uitlaat



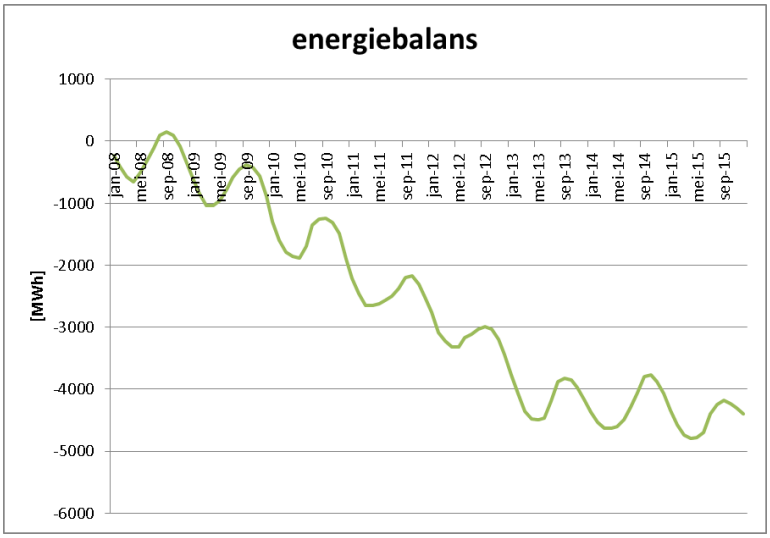
3.5.3 Technische staat TEO-systeem

Naast de plaatsing van de in- en uitlaat in het oppervlaktewater is de technische staat en de integratie van het TEO-systeem in de totale energievoorziening van belang voor het rendement en het storingsvrij draaien.

In bijlage 2 is het **Fout! Onbekende naam voor documenteigenschap.** (d.d. **Fout! Onbekende naam voor documenteigenschap.**) van Eneco toegevoegd waarin de technische staat van de installatie staat beschreven. De probleemstelling uit dit verslag luidt als volgt: *Bij het project Palladium zijn al vanaf het begin problemen met de regeneratie. Er zijn al diverse personen mee bezig geweest, maar de regeneratie werkt nog niet. Dit komt voornamelijk doordat de werkzaamheden niet volledig zijn afgemaakt, personen uit dienst zijn gegaan en de praktijk niet is gemonitord. Het gevolg is nu dat de regeneratie nog steeds niet werkt.*

Ook is een notitie opgesteld: Regeneratie Palladium d.d. 2 mei 2013 waarbij een specialistisch bedrijf AVF advies heeft gegeven voor het herstel van het oppervlaktewatersysteem.

Figuur 19 Monitoringsgegevens energiebalans WKO



Uit de monitoringsgegevens (Figuur 19) lijkt er afgelopen jaren (vanaf 2013) warmte te zijn geladen. Er zijn blijkbaar aanpassingen doorgevoerd. Het is onduidelijk wat er precies is

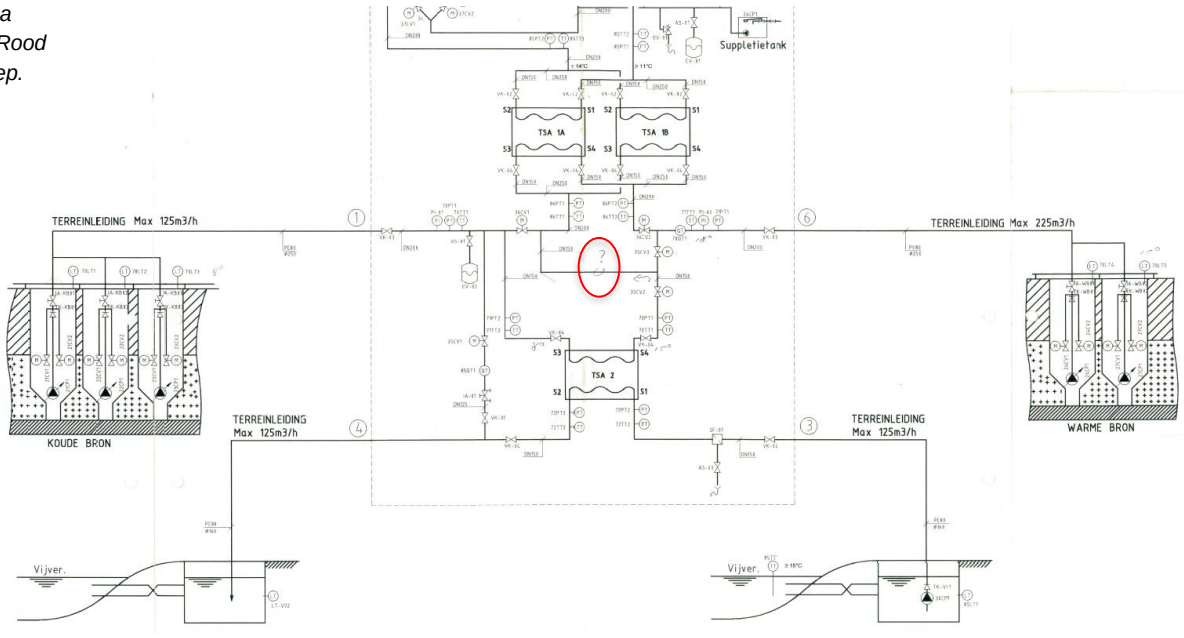
gebeurd en welke zaken nu zijn aangepast. Door de aanpassingen en een verbeterde monitoring is er meer specifieke kennis van de installatie. Ook is er zicht op waar eventueel nog verbeteringen nodig zijn. Door een evaluatie uit te voeren aan het einde van het seizoen met de betrokken partijen en experts is een nieuwe status te bepalen en kunnen optimalisaties worden bepaald. Belangrijk hierbij is naar de onderhoudskosten te kijken en de installatie verder te automatiseren waarmee handmatig ingrijpen wordt geminimaliseerd.

3.5.4 Integratie in energievoorziening

In het huidige ontwerp is de warmtewisselaar van het oppervlaktewatersysteem in serie opgenomen met koude levering. Voorwaarde hierbij is dat de temperatuur van het distributienet niet te hoog mag worden omdat er koeling afgenomen moet kunnen worden.
De aanvoertemperaturen distributie:
Warmte (winterbedrijf): ≥11 °C
Koude (zomerbedrijf): ≤ 14 °C

Door de bronregeling wordt het grondwaterdebiet verhoogd als tijdens regeneratie de aanvoertemperatuur naar het distributienet zal oplopen. De regeneratie klep is naar verwachting wel geplaatst, maar het is onduidelijk hoe het water over de oppervlaktewater TSA 2 en de levering TSA's 1a en 1b wordt gestuurd (zie Figuur 20 en bijlage 2).

Figuur 20
Principe schema (geen revisie). Rood ontbrekende klep.



Optimalisatie integratie TEO:
Een belangrijke ontwerpvoorwaarde voor TEO is dat deze continu kan draaien in de periode dat het oppervlaktewater warm genoeg is (ca. 2000 uur in de zomer). Het is daarom wenselijk dat warmte laden en “koude” leveren aan de woningen zoveel mogelijk gelijktijdig kan plaatsvinden. Met de huidige configuratie is onduidelijk of dit kan onder de voorwaarde van de gewenste aanvoertemperatuur naar het distributienet lager dan 15°C. Daarnaast is het wenselijk de aanvoertemperatuur voor koeling zo hoog mogelijk te houden. Hiervoor zijn verschillende opties:

1. huidig ontwerp: plaatsen en inregelen van een regeneratieklep die een vaste (grove) verdeling maakt tussen over de TSA’s voor warmteladen en koelen;
2. optimalisatie a: het plaatsen van een regelbare regeneratieklep die stuurt op aanvoer temperatuur naar de levering TSA’s 1a en 1b en warmte laden uit het oppervlaktewater maximaliseert;
3. optimalisatie b: het integreren van een extra pomp voor het sturen van het laden/leveren. Deze pomp kan tevens worden gebruikt voor directe warmtelevering vanuit het oppervlaktewater aan de levering TSA’s 1a en 1b. Dit levert een extra bedrijfssituatie op waarbij de plas (bij een juiste temperatuur) direct energie (warmte) levert aan de woningen met een relatief laag energie verbruik (WKO staat stil). Deze aanpassing geeft een optimaal rendement en inzetbaarheid van het oppervlaktewater (energieverbruik exploitant en energieverbruik bewoners) maar vraagt ook om een hogere investering.

Voor de optimalisaties a en b zal de software aangepast moeten worden. Voor het huidige ontwerp moet gecontroleerd worden of dit noodzakelijk is.

4

Businesscase

4.1 Uitgangspunten

Voor de Mossen wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten (Tabel 2):

Tabel 2 Uitgangspunten en energievraag

Parameter	De Mossen	Eenheid
Bouwprogramma		
Bouwprogramma Bestaande woningen	Ca. 400 woningen Aardgas loos Rijtjeswoningen	
Uitgangspunten (ontwerp)		
Warmtevraag	2.100	MWht/jaar
Warmte laden	350	MWht/jaar
Koudevraag	1.750	MWht/jaar
Tarief elektriciteit	70	€/MWhe
Gegevens Eneco		
Warmte laden theoretisch	1.740	MWht/jaar
Warmte laden gemiddeld	783	MWht/jaar

De investeringen die nodig zijn om het systeem te revitaliseren en exploitabel te maken zullen door de exploitant moeten worden terugverdiend binnen de toekomstige exploitatie periode. De voorgestelde optimalisaties waarmee aanvullende kosten gemoeid zijn, kunnen zorgen voor lagere exploitatie kosten voor de exploitant, of voor een lager energieverbruik van de bewoners door een hogere efficiëntie van de warmtepomp. Hiervan zullen de kosten en baten tegen elkaar afgewogen moeten worden.

Er worden meerdere optimalisaties voorgesteld, ook voor het distributienet en de warmte pompen. De totale business case wordt in het rapport van DWA uitgewerkt.

Indien er een onrendabele top in deze exploitatie zit kan eventueel een BAK van de bewoners worden gevraagd, hierbij is het verbeteren van de rendementen van de warmtepompen en daarmee het verlagen van de elektriciteitskosten een middel om deze BAK te verantwoorden. Als het systeem een maatschappelijke waarde vertegenwoordigd, is het ook mogelijk dat de gemeente/ Hoogheemraadschap mee investeert. Dit zal zich dan moeten terugverdienen uit de maatschappelijke baten.

4.2 Kosten/baten optimalisaties

4.2.1 Optimalisatie circuit/doorspoeling rietplas

Met het verleggen van het lozingspunt kan de afstand tussen de in- en uitlaat worden vergroot en de doorspoeling van de Rietplas worden bevorderd. Er zal ca. 20 meter leiding met een tweetal bochten gelegd dienen te worden in PE DN 150. Ook zal de uitstroom in de duiker geplaatst moeten worden waarmee het water richting de rietplas wordt gestuwd. De kosten voor deze aanpassing worden geschat op € 6.000,- . Uit de thermische berekening blijkt dat minder dan 2,5 hectare (van de totaal 14 Ha) nodig is om voldoende warmte te laden voor De Mossen. Door de uitlaat te verleggen zal de koude pluim en de doorstroming via de Rietplas naar de Oosterlaakplas stromen. Dit heeft een gunstig effect tegen de vorming van blauwalgen. Het is niet te kwantificeren hoe groot dit effect uiteindelijk is omdat de blauwalgen bloei zeer lokaal optreedt (noordzijde en tussen de vissershuizen) en er meerdere parameters zijn die invloed hebben op de vorming van blauwalgen. Daarnaast is de plas aanzienlijk groter dan het invloedsgebied van het TEO systeem.

De extra doorspoeling van de Rietplas/Oosterlaakplas heeft voor de gemeente en het Hoogheemraadschap waarde door een verbeterde waterkwaliteit. Dit blijkt ook uit de Impulsregeling kwaliteitswater in de stad 2014 van het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden voor het plaatsen van een extra beluchter in de Rietplas om blauwalg te voorkomen. Dit draagt bij aan de waterkwaliteit en aan de beleving van het zwemwater. Er zijn twee beluchters in de plas (kosten aanleg ca. € 15.000,- p/s). Daarbij komen nog de exploitatie kosten (energie en onderhoud).

Er is dus wel iets te zeggen over wat de waarde is van een goede waterkwaliteit. In het zomerseizoen levert zwemwater van goede kwaliteit opbrengsten op voor horeca en recreatieondernemers. Het wonen aan of in de omgeving van water biedt diverse recreatiemogelijkheden aan burgers. De volgende aspecten worden genoemd bij het behalen van beleidsdoelen, zoals KRW voor gezond en helder water:

- Lagere risico’s volks en diergezondheid (toxines, vissterfte, etc.);
- Recreatief belang (kijk en speelwater);
- Hengelsport;
- Natuurbelang, bevordering biodiversiteit;
- Wonen aan het water levert een hogere marktwaarde op van de omliggende huizen;

- Klimaat, warmte reductie in stedelijk gebied.

Uit de evaluatie van het blauwalgenprotocol NH 2010 blijkt dat er door de waterbeheerders op 129 van de 480 zwemlocaties een blauwalgprobleem is gesignaleerd (Bijkerk et al, 2010). Dit kan worden geïnterpreteerd als 25% minder inkomsten tijdens een bepaalde periode op deze zwemlocaties.

Een van de directe effecten van het verbeteren van de waterkwaliteit zijn de vermeden kosten voor blauwalgbestrijding. Deze opgave ligt bij het Hoogheemraadschap die verantwoordelijk is voor de waterkwaliteit van de plas. Uit diverse studies van het Stowa 42, business case blauwalgenbestrijding Sloterplas waternet en DHV zijn de kosten voor diverse waterbehandelingsmethoden te herleiden. Deze kosten zijn sterk afhankelijk van de gekozen maatregel (tijdelijk of permanent zoals baggeren) en de grootte van de plas. Ook wordt in sommige gevallen gekozen voor een lokale oplossing zoals het doorstromen van een specifiek gebied. Uit de studie van Stowa 2012 en Noord-Holland wordt 10->50 k€/jr. als kengetal aangehouden.

Daarnaast biedt het strand van een plas de mogelijkheid tot dagrecreatie in de vorm van zonnen en zwemmen, mits het veilig en schoon zwemwater is. Een baat die dat met zich mee kan brengen zijn de exploitatieopbrengsten voor recreatieondernemers. In Nederland zijn ruim 630 locaties aangewezen als officiële zwemwaterlocaties in oppervlaktewater. De Rietplas is zo'n officiële zwemlocatie. Voor inkomstenderving als gevolg van blauwalg en sluiting van zwemlocatie voor periode van twee weken wordt door de provincie in Noord-Holland aangehouden dat het gaat om gederfde inkomsten per zwemplek uiteenlopend van € 4.600 – € 21.000,-.

Conclusie is dat de extra doorspoeling een belangrijke waarde vertegenwoordigd voor de gemeente en het Hoogheemraadschap. Hoe deze waarde wordt toegekend zal nader moeten worden besproken met deze belanghebbende.

4.2.2 Optimalisatie technische staat TEO-systeem

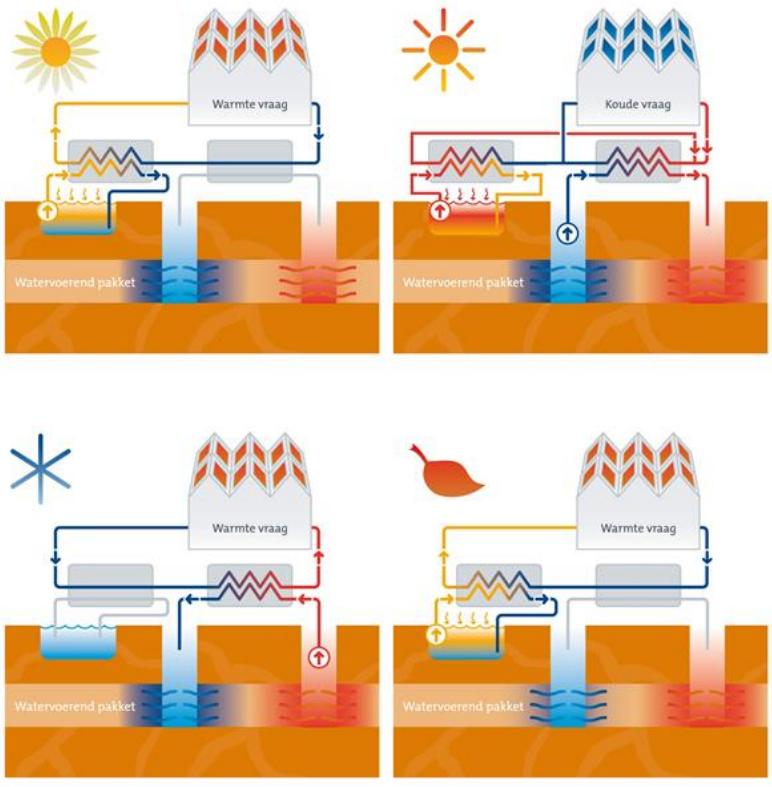
Het is niet duidelijk welke zaken inmiddels zijn aangepast uit de actielijst van Eneco. Kosten hiervoor dienen nader te worden bepaald (buiten de scope van dit onderzoek). Een evaluatie met betrokken partijen kan inzicht bieden in de nog wenselijke optimalisaties.

4.2.3 Optimalisaties integratie TEO

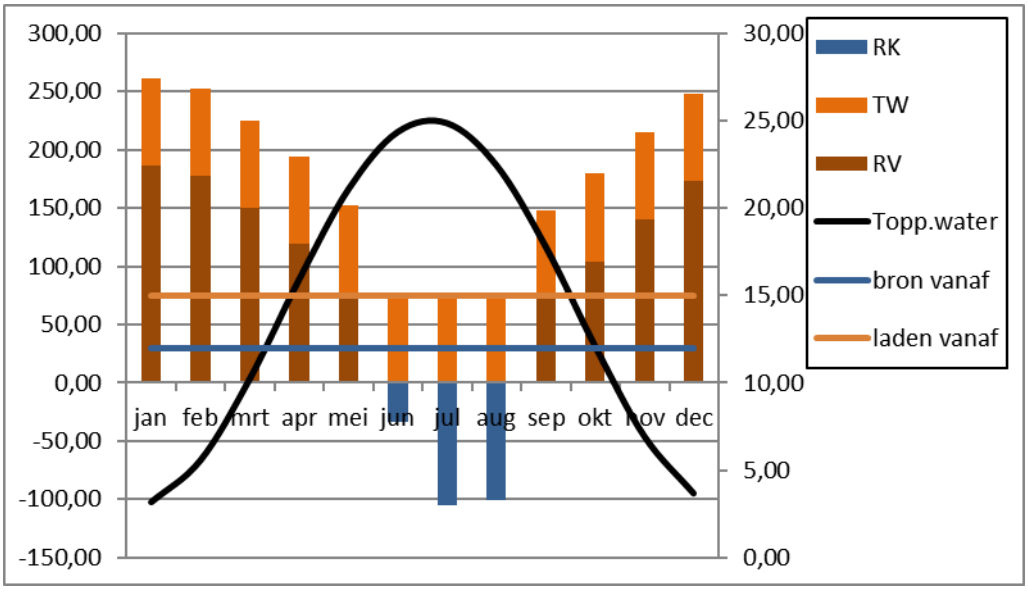
De meerwaarde van de optimalisatie van de integratie van het TEO-systeem hangt af van het huidige functioneren. Als voldoende warmte wordt geladen onder de vastgestelde voorwaarden voor het koelen en een gewenste warme brontemperatuur beschikbaar is, zal de optimalisatie van de integratie een minimaal effect hebben. De vraag is dan of een investering opweegt ten opzichte van het verbeterd rendement van de warmte opwekking. Om hierin inzicht te bieden is optimalisatie B (plaatsen extra pomp) hier verder uitgewerkt.

De Mossen kenmerkt zich door een overwegende warmtevraag en een beperkte koelbehoefte. In Figuur 21 is het globale principe van een geoptimaliseerde installatie weergeven. Hierbij zijn de globale energiestromen in de verschillende seizoenen geschetst waarbij is uitgegaan van de mogelijkheid tot directe levering.

Figuur 21
Inzet TEO voor de energievoorziening in de vier seizoenen.



Uit bovenstaande figuur is te zien dat directe levering plaats vindt in het voor- en naseizoen (voorjaar, najaar). Aangenomen kan worden dat direct leveren met oppervlaktewater een rendement heeft van COP 60. De WKO met warmte laden heeft een gemiddeld rendement van COP 15 (COP 40 + COP 40 + COP 60) en verbruikt hiermee 4 keer minder elektriciteit. Uitgangspunt is dat de warmte aanvoer naar het distributienet hoger dan 11 °C is (12 °C oppervlaktewater temperatuur). Indien het oppervlaktewater warmer wordt dan 15 °C, wordt het laden van de warme bronnen mogelijk en zal doorgaans ook koeling worden gevraagd. In Figuur 22 (bron: Torckdael Wageningen) is de gemiddelde oppervlaktewater temperatuur weergegeven (T opp.water) ten opzichte van een “standaard” energie profiel van woningen (TW = tapwater, RV = ruimteverwarming, RK = ruimte koeling). Hieruit blijkt dat het tussen seizoen (12°C ><15 °C) zeer kort is (ca. 10% van de warme periode). Hiermee kan een overall rendementsverbetering worden behaald op de opwekking van COP 15 naar COP 16. Op basis van de ontwerpuitgangspunten warmtelevering van 1740 MWht wordt hiermee een maximale besparing van 116 MWhe – 109 MWhe = 7 MWhe aan elektriciteit behaald. Met een inkoopprijs van 70 €/MWhe geeft dit een besparing van € 490,- per jaar. De kosten voor inpassing van een pomp van 125 m³/h en aandrijving zijn ca. € 10.000,- Hiermee is de terugverdientijd van deze investering ca. 20 jaar en kan daarmee niet binnen de afschrijvingstermijn terugverdiend worden.



Figuur 22
Gem. temperaturen oppervlaktewater ten opzichte van gemiddelde warmte/ koudevraag woningen (ref. Torckdael Wageningen)

4.3 Baten analyse

De belangrijkste kosten zitten in het operationeel maken/houden van de huidige installatie. Hiervoor is een raming opgesteld door Eneco en zijn al werkzaamheden uitgevoerd. Aan de hand van een evaluatie kunnen verdere optimalisaties worden uitgewerkt en geraamd. Uitgangspunt is de huidige status van het systeem en alle optimalisaties worden gepresenteerd in een Bidbook waarmee een nieuwe exploitant kan worden betrokken.

De kosten voor de vernieuwde exploitatie periode zijn ingeschat* door DWA.

Onderhoud en beheer bronnet:	€ 60.000,-	
Energiekosten bronnet:	€ 22.000,-	
Vervangingen/herstelkosten:	€ 20.000,-	(€ 300.000,- / 15 jaar)
Totaal jaarlasten:	€ 102.000,-	
Per woning	**€ 255,-**	
Vastrecht bronnet:	**€ 310,-**	(gemiddelde van 400 woningen)

De kosten zullen nader moeten worden gespecificeerd bij aanbesteding. Kosten zijn exclusief BTW.

Het exploitatie kosten kunnen worden gedekt vanuit het vastrecht dat iedere afnemer betaald (+ €55,- per woning). Belangrijk is wel dat iedereen mee doet.

De meerwaarde van TEO voor robuuste werking van de installatie is duidelijk naar voren gekomen. De waarde die het TEO-systeem vertegenwoordigd voor de gemeente en het Hoogheemraadschap kan ook worden opgenomen in het Bidbook. De ondersteuning van deze partijen is belangrijk in het proces voor de vernieuwde exploitatie. Daarnaast heeft een vernieuwde exploitatie periode van De Mossen een hoog demonstratie gehalte voor het Hoogheemraadschap en de gemeente. Hiermee kan het project een voorbeeld zijn voor toekomstige gasloze wijken waarbij veel lering kan worden getrokken uit dit praktijkvoorbeeld.

De kosten voor het verleggen van de uitlaat zijn beperkt (€ 6.000,-) en dit biedt een betere doorstroming om blauwalgenbloei te beperken. HDSR heeft voor 2018-2022 de verbrede Impulsregeling klimaatadaptatie in de Stad. Mogelijk is uit dit programma budget beschikbaar voor aanpassing en optimalisatie van het TEO-systeem.

5

Conclusies en aanbevelingen

5.1 Technische en energetisch haalbaarheid

Uitgangspunten

De Vinex wijk de Mossen (ook wel hofstad of Palladium genoemd) is in 2003/2004 aangelegd en bestaat uit 400 woningen die zijn aangesloten op een lage temperatuur distributienet. Iedere woning heeft een eigen warmtepomp voor het leveren van ruimteverwarming en warm tapwater. Ook kan koeling worden afgenomen uit het systeem. De woningen nemen aanzienlijk meer warmte af dan koeling waardoor er aanvullend warmte wordt geladen vanuit oppervlaktewater. De warmte en koude wordt geleverd met een WKO-systeem (3 koude bronnen van 41 m³/h en 2 warmtebronnen van 110 m³/h) in combinatie met een oppervlaktewater systeem van 125 m³/h. Vanuit de Oosterlaakplas wordt in de zomerwarmte gewonnen en opgeslagen in de WKO. Het gaat hierbij dus om een bestaand TEO-systeem.

5.2 Ruimtelijke inpassing

Inpassen voorzieningen

De in- en uitlaat van het TEO-systeem staan op dit moment te dicht bij elkaar. Hierdoor kan thermische kortsluiting optreden. Door de uitlaat te verleggen kan het oppervlaktewater van de warmtewinning worden vergroot waardoor thermische kortsluiting kan worden uitgesloten. Door de inpassing van de uitlaat te wijzigen wordt ook de doorstroming van de Rietplas bevorderd. De koudelozing zal de vorming van blauwalgen lokaal beperken. Naast het leveren van duurzame warmte en koude levert dit TEO-concept dan ook een positieve bijdrage van de doelstellingen op het gebied van klimaatadaptatie en water.

Juridische knelpunten

Energiebalans in de WKO is niet geëist in de vergunning Waterwet. Dit is wel wenselijk vanuit rendement en het risico op bevriezen van de warmtepompen. Uit de monitoringsgegevens blijkt de installatie in de eerste jaren geen warmte te hebben geladen. Sinds 2013 is het TEO-systeem wel in bedrijf en wordt warmte geladen.

Voor het onttrekken en lozen van oppervlaktewater is geen vergunning aangetroffen in de archieven van HDSR. Mogelijk is deze vergunning/toestemming verleend door de gemeente Houten aangezien de gemeente eigenaar is van de plas. Dit zal nader onderzocht dienen te worden.

Energierendement en uitstoot
Het systeem verwarmt en koelt ca. 400 woningen zonder aardgas. Door het gebruik van warmte uit oppervlaktewater en WKO ontstaat een CO_2 besparing van 157 ton CO_2. Hiermee is de wijk all-electric en kan door het inkopen van groene elektriciteit 100% energie neutraal worden.

5.3 Financiële haalbaarheid

Operationele kosten en technische optimalisatie
De algemene conclusie van het onderzoek van DWA naar de haalbaarheid van de vernieuwde exploitatie periode voor de TEO/WKO installatie is: de doorstart van exploitatie is mogelijk onder voorwaarden dat iedereen mee doet en vervangingskosten van de collectieve installatie juist zijn (zie rapportage bijlage 4).

Optimalisatie
De kosten voor de aanpassing van de uitlaat zijn beperkt en hebben als neveneffect een verbeterde doorstroming van de Rietplas. Mogelijk is er budget beschikbaar voor de optimalisatie van het TEO-systeem uit de Impulsregeling klimaatadaptatie in de Stad van HDSR.

Optimalisatie B
Het huidige TEO-systeem is alleen geschikt voor het laden van de WKO-bronnen. Direct warmte leveren van de plas is niet mogelijk. Door aanpassingen in de integratie van het systeem (o.a. plaatsen van extra pomp) kunnen hiermee energiebesparingen worden behaald, deze zijn echter gering en wegen niet op tegen de verwachte kosten voor deze aanpassing.

5.4 Organisatorisch

Stakeholders
De bewoners zien graag een voortzetting van de exploitatie. Voorwaarde hierbij is een robuuste energievoorziening en indien mogelijk een lager energieverbruik voor de warmtepompen. Eneco ziet af van de exploitatie maar werkt mee aan de inventarisatie van de status van de installatie voor een eventuele overdacht.

Voor de gemeente is de Mossen een voorbeeld van een aardgasloze wijk en zou een vernieuwde exploitatie periode bijdragen aan de duurzaamheidsdoelstelling.
Een vernieuwde exploitatie periode van De Mossen heeft een hoog demonstratie gehalte voor het Hoogheemraadschap en de gemeente. Hiermee kan het project een voorbeeld zijn van toekomstige gasloze wijken waarbij veel lering kan worden getrokken uit dit praktijkvoorbeeld

5.5 Vervolg

De case van de Mossen is zeer complex omdat het gaat om een bestaande installatie met een flinke geschiedenis en de diverse belangen. Wel zijn alle betrokken partijen van goede wil en lijkt er een business case te zijn voor een vernieuwde exploitatie periode. Dit onderzoek is een aanvulling op de studie van DWA en kan bijdragen aan de volledigheid voor het Bidbook voor het selecteren van een nieuwe exploitant. Een belangrijke vervolgactie is het bespreken van de conclusies uit de diverse deelonderzoeken met de belanghebbenden en het formuleren van een plan van aanpak voor het betrekken van een nieuwe exploitant.

Bijlage 1

Conceptbeschrijvingen TEO/Smart polder

Potentie van energie uit oppervlaktewater

Voor de Hoogheemraadschappen en Rijkswaterstaat is in 2016 de potentie van TEO in kaart gebracht. Deze kaarten laten zien waar het economisch interessant is om warmte of koude uit oppervlaktewater te winnen. Om een economisch interessant project te kunnen maken moeten waterlopen en plassen in de nabijheid liggen van een warmte en/of koudevraag. Door de thermische vraag uit de warmteatlas te combineren met de kaart van Nederlandse oppervlaktewateren is deze potentiekaart gemaakt (zie onderstaande link).

http://www.nationaleenergieatlas.nl

Daar waar energievraag en oppervlaktewater samenkomen is een economische rendabel project te maken. Op basis van de huidige energievraag is het economisch winbare potentieel 12% van de landelijke warmtevraag (42 PJ) en 54% van de landelijke koudevraag (3,8 PJ).

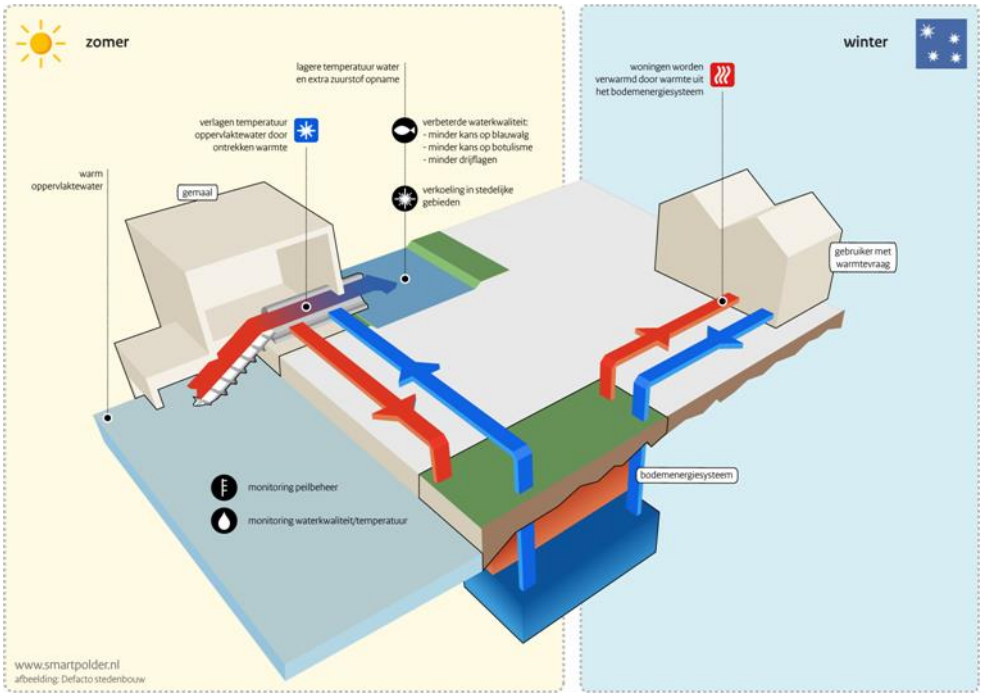
Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Utrechtse gemeenten hebben deze landelijke verkenning uitgewerkt in een meer gedetailleerde regionale kansenkaart (zie onderstaande link) voor de identificatie van kansrijke locaties voor het toepassen van TEO.

https://www.hdsr.nl/werk/water-energiebron

Warmte uit oppervlaktewater

Thermische energie in de vorm van warmte in oppervlaktewater in de zomer, kan worden omgezet in hoogwaardige warmte met een warmtepomp voor verwarming van gebouwen of de bereiding van warm tapwater. Dit is bijzonder goed toepasbaar bij afnemers met een overwegend warmtevraag zoals woningen. De grote potentie zit in de combinatie van warmtewinning uit oppervlaktewater met een seizoensopslag zoals een bodemenergiesysteem (warmte-/koudeopslag = WKO). Hierbij wordt gebruik gemaakt van het natuurlijke temperatuurverschil van het oppervlaktewater in de zomer en de temperatuur van grondwater (circa 12°C). In de zomer kan daarmee warmte uit het oppervlaktewater worden gewonnen en opgeslagen in een WKO (zie Figuur 23). Deze warmte kan in de winter vervolgens weer worden opgepompt om te dienen als warmtebron voor de warmtepomp. Hiermee kan op een zeer duurzame wijze warmte worden geproduceerd. De warmte kan zeer efficiënt worden gewonnen op een gemaal of stuw aangezien daar al water stroomt.

Figuur 23
gemaal als
warmtecentrale



Het resultaat van dit concept is ook dat het oppervlaktewater dat wordt verpompt in de zomer enkele graden afkoelt, wat een positief effect heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit. Met name in de stedelijke omgeving waar de oppervlaktewatertemperatuur negatief wordt beïnvloed door het stedelijk hitte eiland effect, ontstaan lokale knelpunten met de waterkwaliteit zoals blauwalgen, drijflagen en botulisme als gevolg van vissterfte. Vaak is dat het gevolg van een overmaat aan voedingsstoffen (eutrofiëring) in combinatie met een te hoge oppervlaktewatertemperatuur waardoor de natuurlijke processen worden versneld. Door het water in beweging te brengen kan het water meer zuurstof opnemen. Dit wordt versterkt door het water enkele graden af te koelen wat de zuurstofopname bevorderd. Ook zal kouder water enkele negatieve processen remmen zoals blauwalgenbloei. Hiermee kan de Smart polder bijdragen aan klimaat adaptatie en een toekomst bestendig waterbeheer.

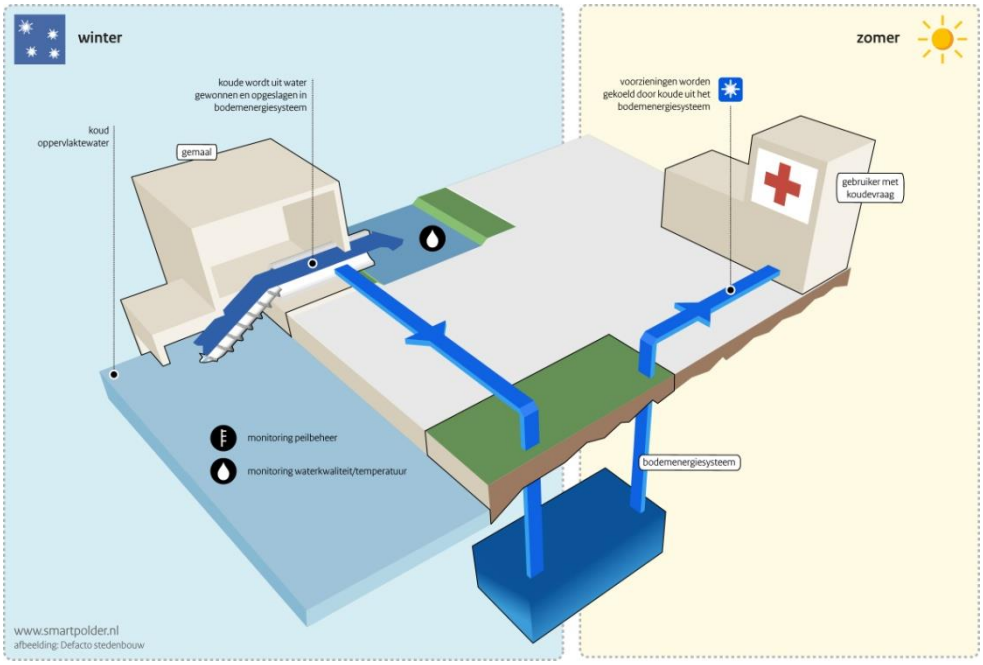
Dit zal niet alle problemen direct wegnemen, maar er zijn wel veel positieve effecten te benoemen te weten:

- De watertemperatuur zal afnemen, wat sturend is voor veel fysische, chemische en biologische processen.
- In koud water kan meer zuurstof opgelost worden.
- Met name in kleine wateren zal door de lozing het water in beweging gebracht Worden waardoor meer zuurstof in het water wordt opgenomen (rearatie).
- De lozing kan de vorming van het giftige waterstofsulfide verminderen, als door de lozing zuurstofarm water zuurstofrijk wordt.
- Verbeterde zuurstofcondities bevordert de binding van fosfaat aan ijzer, waardoor deze minder beschikbaar komt.
- het koudere water zal afbraak van organisch materiaal remmen en daarmee ook de zuurstof verbruik.
- Het proces van denitrificatie zal afnemen bij een lagere temperatuur.

Koude uit oppervlaktewater

In de winter kan ook koude worden gewonnen uit oppervlaktewater en worden opgeslagen in een WKO voor gebruik in de zomerperiode (zie Figuur 24). Dit concept is interessant voor afnemers met een overwegende koudevraag zoals datacenters, ziekenhuizen en industrie. Hiermee kan zonder aanvullende technieken zeer duurzame koeling worden geleverd met lage temperaturen (7 à 9 °C). Ook hier kan rechtstreeks koude worden geleverd als de temperatuur van het oppervlaktewater laag genoeg is. Door grote capaciteiten van gemalen is bij een beperkte temperatuursverandering al een zeer groot koude vermogen beschikbaar en dat maak thermische winning op gemalen erg interessant.

Figuur 24
gemaal als koude-centrale

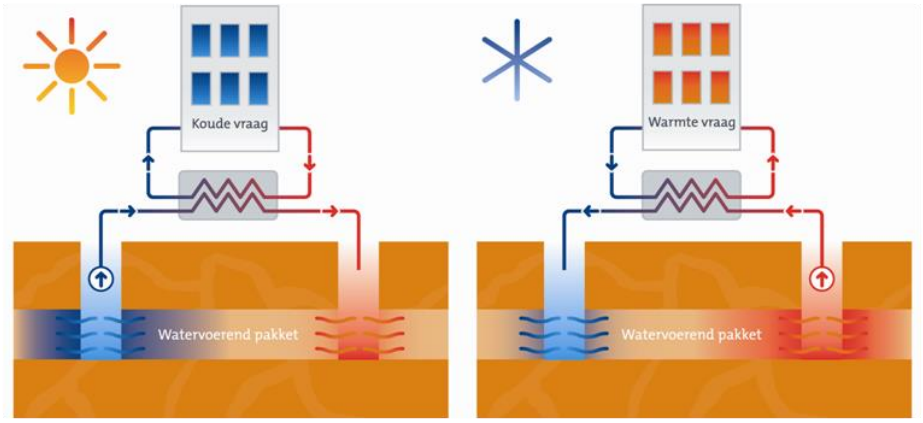


Principe Warmte en Koude Opslag (WKO)

Het principe van een WKO met een open grondwatersysteem is dat in de winter het gebouw of proces wordt verwarmd met zomerwarmte en in de zomer wordt gekoeld met winterkoude. De warmte en koude worden door middel van open grondwaterbronnen in een ondergrondse watervoerende laag opgeslagen en onttrokken.

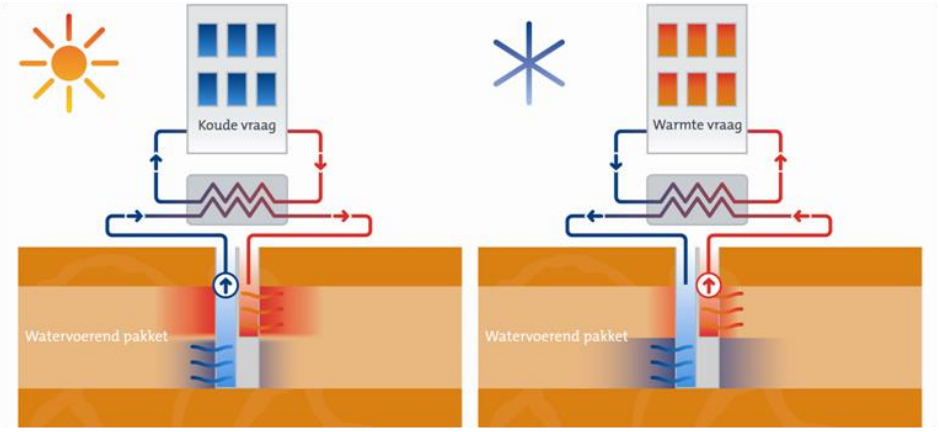
Toepassing van dit principe kan op meerdere manieren. Bijvoorbeeld met een aparte warme en koude bron (een doublet) in hetzelfde watervoerende pakket. Hierbij worden beide bronnen met voldoende onderlinge afstand gerealiseerd om negatieve invloed te beperken. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 25.

Figuur 25
principe van
energieopslag met
een doublet



Ook is het mogelijk om WKO toe te passen met een monobron. Hierbij worden de warme en koude bron niet naast elkaar, maar onder elkaar in één boorgat in hetzelfde watervoerende pakket geplaatst. Hiervoor is het noodzakelijk dat op de projectlocatie een voldoende dik watervoerend pakket aanwezig is. Het principe van energieopslag met een monobron is weergegeven in Figuur 26Figuur *26*.

Figuur 26
principe van
energieopslag met
een monobron



Een WKO dient in energiebalans te zijn, de hoeveelheid gewonnen koude dient doorgaans gelijk te zijn aan de gewonnen warmte. Indien er bij een afnemer een energieonbalans ontstaat (overwegende warmtevraag bij woningen en overwegende koudevraag bij

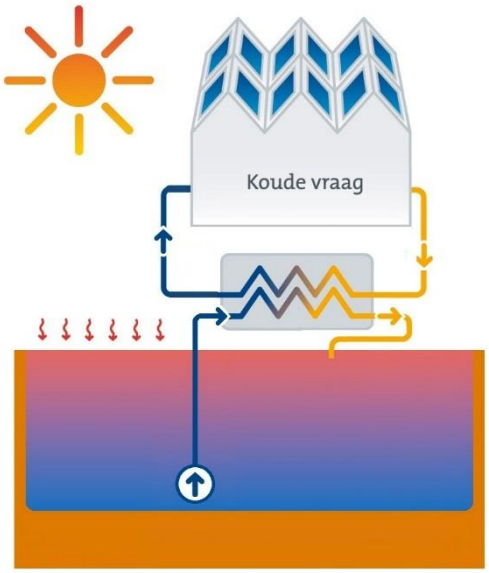
datacenters en industrie) kan deze worden aangevuld met warmte of koude uit oppervlaktewater.

Koude uit diepe plassen

In diepe meren is van nature een voorraad koude aanwezig. Deze koude blijft door een natuurlijk fenomeen (stratificatie) voor een groot deel geïsoleerd van de zomerwarmte. Door de temperatuurverschillen van de seizoenen zal de koude in de winter weer worden aangevuld. Bij Lake Source Cooling (LSC) wordt deze koude opgepompt en benut voor bijvoorbeeld de koeling van gebouwen of processen.

Gerealiseerde systemen in Nederland zijn:
- Ouderkerkerplas te Amsterdam NUON
- Nieuwe Meer te Amsterdam NUON
- Eeserwold te Steenwijk URcool (Unica/Roelofs)
- Strandpark Slijk- Ewijk Cobb Herveld

Figuur 27
Diepe onttrekking met LSC voor koude levering.



Het water dat uit de plas wordt onttrokken kan op diverse manieren worden geloosd/ingezet. Als de waterkwaliteit van de plas slecht is (hoge nutriëntenlast) kan de

lozing gecombineerd worden met een helofytenfilter (biocascade). Hierdoor worden de nutriënten afgevangen voordat het water weer in de plas terug stroomt. Ook kan het water worden ingezet als watervoorziening van de omliggende polders. Deze variant wordt toegepast in Herveld waar de lozing op de naastliggende A-watergang gebeurt. Hierdoor wordt het relatieve koele en schone water ingezet als watervoorziening tijdens de warme en droge dagen. De plas zal hiermee als alternatieve bron voor zoetwater gaan werken.

In de onderstaande links staan koppelingen naar relevante documenten over de ontwikkeling van TEO en de plaats van TEO (Smartpolder/aquathermie) in het toekomstige energielandschap.

Rapport PBL toekomstbeeld klimaat neutrale warmtenetten
http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-toekomstbeeld-klimaatneutrale-warmtenetten-in-nederland-1926.pdf

Green Deal Energie Hoogheemraadschappen
http://www.stowa.nl/publicaties/publicaties/slim_samenwerken_aan_groene_Hoogheemraadschappen__van_green_deal_naar_praktijkonderzoek

Rapport EEP 2017-2020 MJA
https://www.uvw.nl/wp-content/uploads/2017/03/Arcadis-Klimaatmonitor-Hoogheemraadschappen-2016.pdf

Bijlage 2

Project documentatie

Bijlage 3

Foto’s locatie bezoek

Gemaal gemeente Houten 45 m³/h

Duiker onder de Beusichemseweg

Nieuw lozingspunt bij de Beusichemseweg richting de Rietplas

Bijlage 4

Conclusies DWA

DWA

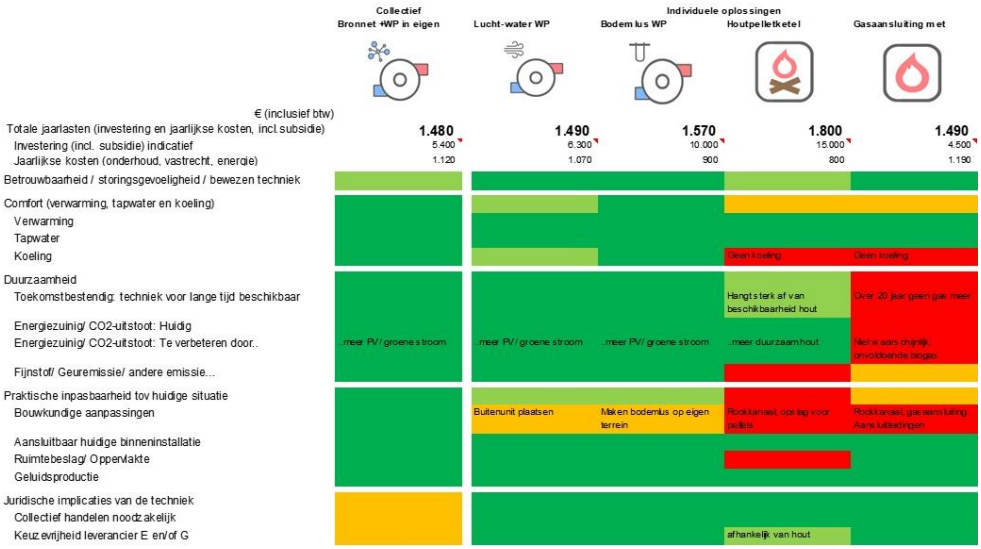
Financieel perspectief

- Kosten exclusief BTW
- Onderhoud en beheer bronnet: € 60.000,-
- Energiekosten bronnet: € 22.000,-
- Vervangings/herstelkosten: € 20.000,- (min.)
  (€ 300.000,- / 15 jaar)
- Totaal jaarlasten: € 102.000,-
- Per woning € 255,-
  (bij verdubbeling herstelkosten € 305,-)
- Vastrecht bronnet: € 310,-
  (gemiddelde van 400 woningen)

DWA

Conclusie verbeterpotentie

- Doorstart van exploitatie is mogelijk onder genoemde voorwaarden dat iedereen mee doet en vervangingskosten van de collectieve installatie juist zijn
- Verdiepingsslag nodig om vervangings/herstelkosten definitief vast te stellen

DWA

Vergelijking van alternatieven