

Haalbaarheidsstudie TEO in Kaag en Braassem



Datum 19 juli 2019
Referentie 68414/BaS/20190719
Betreft Haalbaarheidsstudie TEO in Kaag en Braassem
Behandeld door Frank Niewold (IF Technology)
Josco van Duren (IF Technology)
Koen Bekking (IF Technology)
Jurgen van der Heijden (AT Osborne)
Diana Winkelhuijzen (AT Osborne)
Gecontroleerd door Klankbordgroep van opdrachtgevers en opdrachtnemers
Vrijgegeven aan Opdrachtgever
Versienummer Definitief 1.0

OPDRACHTGEVER

Gemeente Kaag en Braassem
de heer G. van Enckevort
Westeinde 1
2371 AS Roelofarendsveen
T +316 25 74 08 91
E gvanenckevort@kaagenbraassem.nl

Duurzame warmte in Rijnsaterwoude met TEO

Thermische Energie uit Oppervlaktewater

Innovatief

Aardgasloos
(van het gas af)

collectieve aanpak
Sociale
verbondenheid

collectieve aanpak
Samen
is goedkoper

Betere (zwem)waterkwaliteit
(minder blauwalg, botulisme)

collectieve aanpak
Meer grip op
energieraarmonde

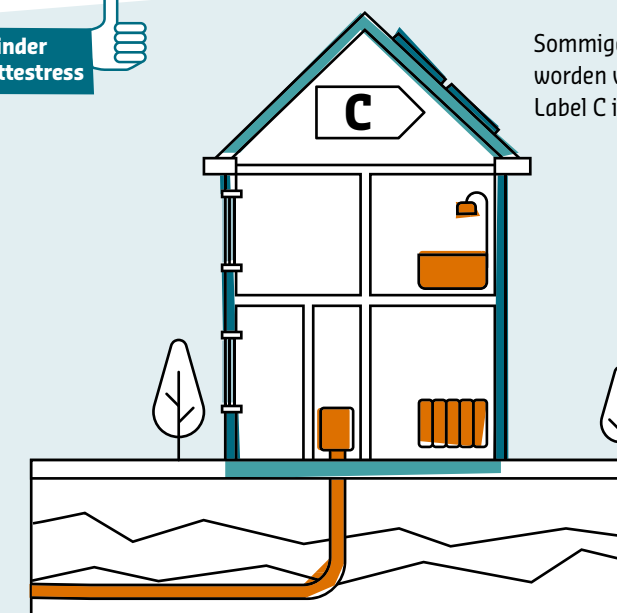
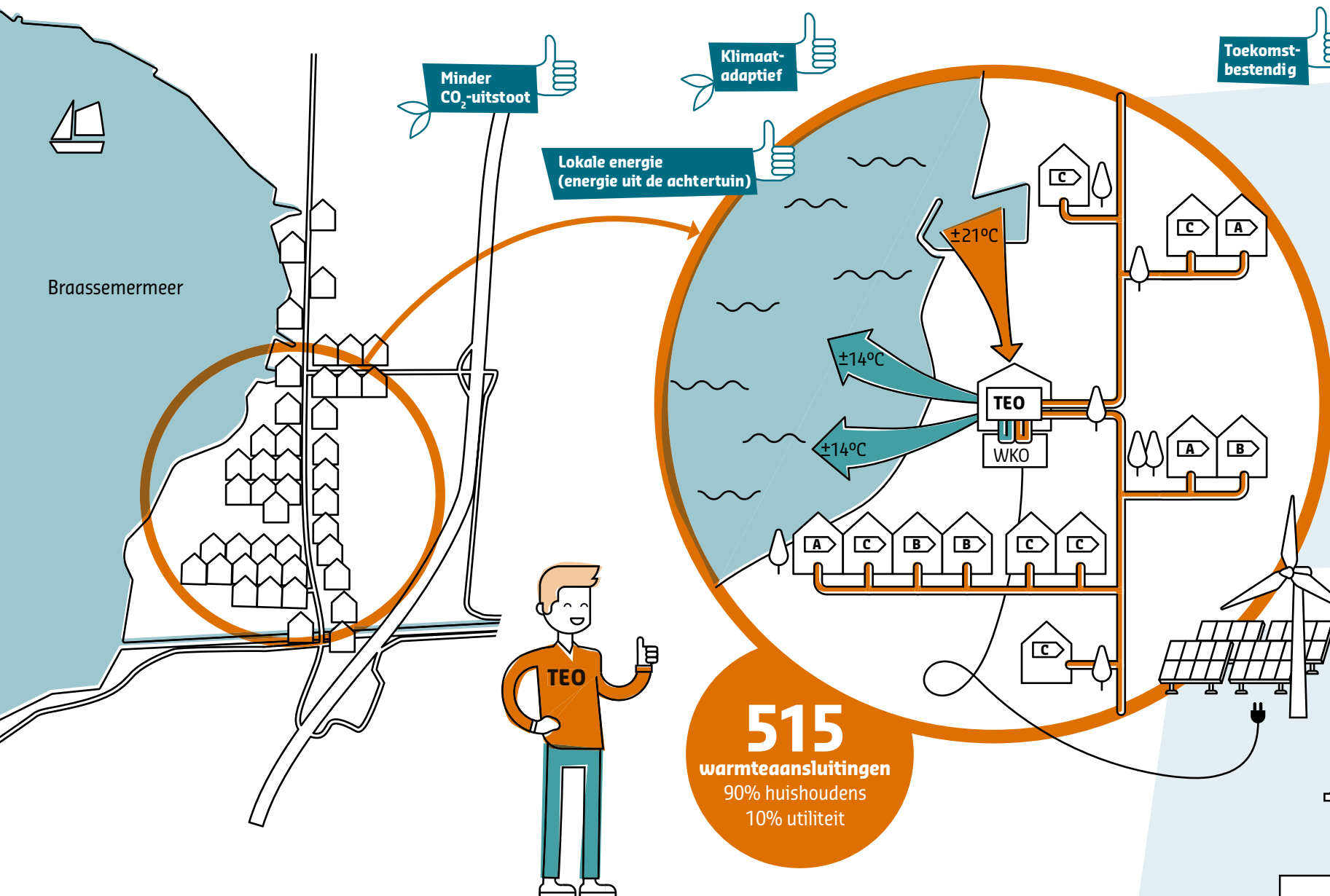
Toekomst-
bestendig

Minder
hittestress

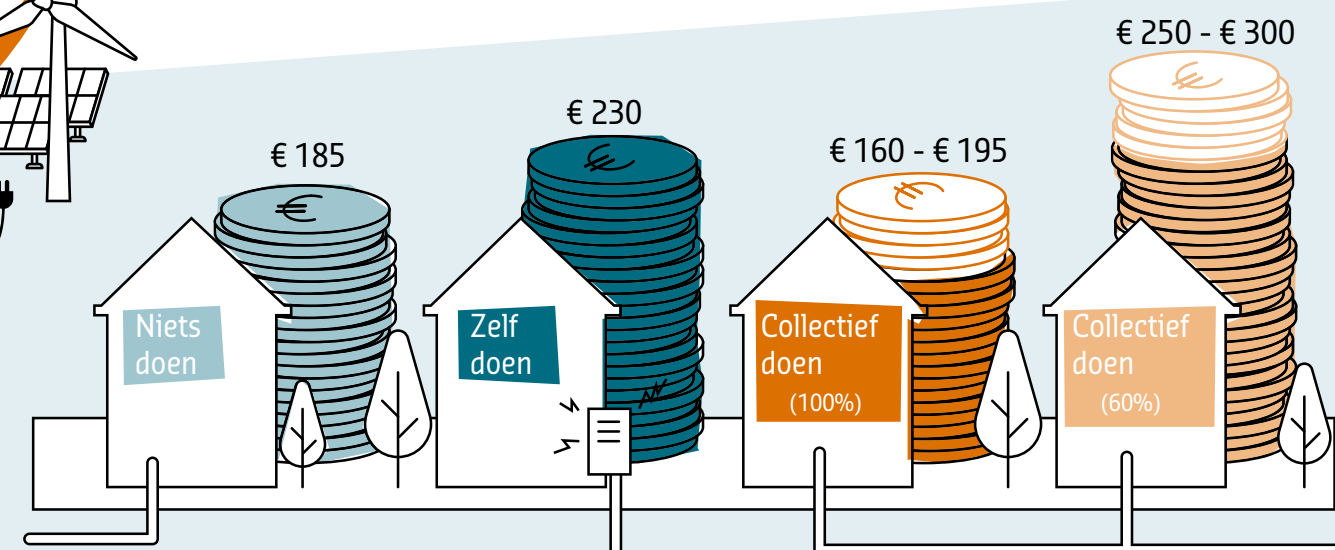
Minder
CO₂-uitstoot

Klimaat-
adaptief

Lokale energie
(energie uit de achtertuin)



Sommige woningen zullen geschikt gemaakt moeten worden voor verwarming met 70 graden Celsius. Label C is het minimale uitgangspunt.



Niets doen

- Voorlopig geen aanpassingen nodig
- Op gas koken mogelijk

- CO₂-uitstoot blijft hoog
- Gas in huis
- Afhankelijk van gas en elektriciteitsleverancier
- Stijgende energierekening
- Geen rendement op investering woonhuis

Individuele lucht/water warmtepompen

- Geen gas in huis
- In eigen beheer

- Vervanging gasketel voor warmtepomp en buffervat
- Veel ruimte in woning nodig voor warmtepomp en buffervat
- Buitenuitlaat maakt geluid en is niet mooi
- Hoge investering en kosten
- Afhankelijk van elektriciteitsleverancier
- Verplicht elektrisch koken

TEO en collectief

- Geen gas in huis
- Laagste kosten mogelijk
- Weinig ruimte in woning nodig voor afleverset

- Vervanging gasketel voor afleverset
- Straat open voor warmtenet
- Afhankelijk van warmte- en elektriciteitsleverancier
- Verplicht elektrisch koken

2019

Fase 1

Verkenning en haalbaarheid

Haalbaarheidstoets, informeren bewoners, initiatief naar energiecorporatie, intentie-overeenkomst initiatiefnemers.

2020

Fase 2

Organisatie en start no regret maatregelen

Formaliseren bewonersgroep naar rechtspersoon, beginnen met isoleren woningen, zonnepanelen op dak.

2020 / 2021

Fase 3

Financiering van de volgende stappen

Subsidies aanvragen, plan van aanpak van en voor crowdfunding.

2021

Fase 4

Verdieping en uitwerking

Benaderen partijen, samenwerkingsovereenkomst partijen, uitwerking technisch ontwerp, business case per partner, financieringsconstructie, definitieve rolverdeling en investeringsbesluit.

vanaf 2022

Fase 5

Ontwikkeling en exploitatie

Aanbesteding, bouw systeem, aanleg warmtenet, aanpassing warmte-opwekking woning, 30 jaar lang duurzame warmte.

Managementsamenvatting

De gemeente Kaag en Braassem heeft de ambitie om op den duur energieneutraal te zijn. In Rijnsaterwoude loopt een initiatief van de bewonersgroep “Ons Warm Onthaal” (OWO) met als doel samen met bewoners mogelijkheden in de energietransitie te inventariseren en deze zo mogelijk te realiseren. Er is begonnen met een inventarisatie van mogelijkheden voor thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), in combinatie met warmte en koudeopslag (WKO) voor het voeden van een lokaal warmtenet voor circa 500 woningen en andere gebouwen.

Rijnsaterwoude ligt aan het Braassemermeer. De gemeente wil samen met OWO deze mogelijkheid verder onderzoeken met behulp van een haalbaarheidsstudie. TEO is een techniek waarbij in de zomer de warmte aan het oppervlaktewater wordt onttrokken en wordt opgeslagen in een WKO. Deze warmte kan bewaard in de WKO, zodat deze in de winter kan worden gebruikt voor de verwarming van de huizen. Het oppervlaktewater en grondwater in de WKO is slechts 15 - 25 °C. Deze zal eerst nog moeten worden verhoogd met behulp van een elektrische warmtepomp.

Deze haalbaarheidsstudie geeft antwoord op de vraag of TEO een geschikte optie is voor de gemeente Kaag en Braassem in de warmtetransitie. Rijnsaterwoude dient hierbij als concrete casus. De technische, financiële en juridische haalbaarheid is verkend door onderzoek te doen naar het meest geschikte energieconcept, de kosten en baten inzichtelijk te maken en de benodigde vergunningen te beschrijven. Parallel worden vragen beantwoord over de impact voor de bewoners en duurzaamheid van TEO.

Het doel van dit document is om een basis te leggen voor vervolgstappen in de transitie naar een aardgasloze warmtevoorziening. De werkzaamheden bestaan voornamelijk uit een deskstudie naar de haalbaarheid. Aanvullend is het doel van de haalbaarheidsstudie om bewoners, investeerders, partners en subsidieverleners te enthousiasmeren. Daarom zijn er ook twee bewonersavonden georganiseerd om de bewoners te informeren en de mogelijkheid te geven om te participeren in welke hoedanigheid dan ook.

De technische haalbaarheid is getoetst aan de hand van het beschikbare potentieel van het oppervlaktewater, de capaciteit voor bodemopslag, de warmtevraag van de gebouwen. Vervolgens is de benodigde techniek om oppervlaktewater, bodem en gebouwen aan elkaar te koppelen onderzocht. Om Rijnsaterwoude te kunnen verwarmen is minder dan 5% van het totale beschikbare potentieel in het Braassemermeer benodigd. Verder is de bodem in Rijnsaterwoude zeer geschikt voor warmte- en koudeopslag. De uitdaging zit in het aansluiten van de gebouwen.

Rijnsaterwoude heeft veel bestaande bouw, waarbij niet alle gebouwen geschikt zijn voor een lage temperatuur verwarming. Het uitgangspunt voor een haalbaar technisch concept voor alle woningen in Rijnsaterwoude is een aanvoertemperatuur van 70 °C. Bij deze temperatuur kunnen zowel oudere gebouwen door middel van het toepassen van isolatie besparende maatregelen alsmede nieuwe gebouwen worden aangesloten. Tegelijkertijd kan er ook warm tapwater direct worden geleverd met deze temperatuur. In dit concept wordt de opwekking volledig uit de woning gehaald. Vooralsnog kan worden geconcludeerd dat TEO technisch haalbaar is.

De financiële haalbaarheid is onderzocht aan de hand van een business case en de financiering. In de business case zijn de kosten en de opbrengsten inzichtelijk gemaakt voor Rijnsaterwoude. Deze integrale business case laat het gat naar een haalbare business case zien. Hieruit blijkt dat de benodigde bijdrage, voor een projectrendement van 4 - 8%, gemiddeld circa 8.500 - 13.500 euro/woning is bij een aansluitpercentage van 100%. Er is ook onderzocht hoe de kosten voor de bewoner zich verhouden ten opzichte van de huidige situatie met gasketels. Afhankelijk van de toekomstige gasprijs is de spreiding van de gemiddelde lasten voor de bewoner bij TEO vergelijkbaar met de huidige situatie. Op voorhand lijkt het dat vergelijkbare kosten voor een bewoner nog niet genoeg draagvlak creëert voor een haalbare business case. Ook het aansluitpercentage van 100% is moeilijk haalbaar. Met subsidie zou de bijdrage voor de bewoner lager kunnen worden, waarbij de gemiddelde lasten voor de bewoner lager zijn dan aangesloten blijven op gas.

In het vervolg is het zinvol om het gat naar een haalbare business case deels te zoeken bij een bijdrage van de bewoners en deels bij een subsidie. In het conceptadvies SDE++ 2020 (Stimulering Duurzame Energie) is TEO (onder aquathermie) voorlopig opgenomen. In de resterende maanden van 2019 zal moeten blijken of aquathermie definitief wordt opgenomen in de SDE++ 2020. Dit kan er voor zorgen dat de bijdrage aansluitkosten (BAK) voor de bewoners lager wordt. Deze verkenning laat zien dat er absoluut een haalbare business case mogelijk is. Echter zal in de voorliggende periode de financieringsconstructie en de business case per partner in een verdieping nader moeten worden onderzocht.

Juridisch zijn er vooralsnog geen belemmeringen geconstateerd. Het toepassen van een TEO-systeem in het Braassemermeer is gespiegeld met Hoogheemraadschap van Rijnland. Zij zien op voorhand geen grote bezwaren om warmtewinning te vergunnen, maar zal de vergunningaanvraag moeten afwachten. Pas dan zal Rijnland de door de initiatiefnemer gekozen locaties toetsen aan de hierboven genoemde zorgplichten, meldplichten en vergunningseisen. Algemeen beeld bij projecten rond aquathermie is dat waterschappen een aanvullende hydraulische analyse eisen; de warmtewinning mag aantoonbaar geen effect hebben op de waterkwaliteit. Bij het realiseren van een WKO zijn er een aantal aandachtspunten, maar deze vormen vooralsnog geen belemmering in de vergunningsaanvraag.

Hoewel de duurzaamheid van het systeem een bepaalde waarde vertegenwoordigt is deze niet meegenomen in de business case, omdat de duurzaamheid moeilijk financieel is te kwantificeren. Wel is de CO₂-emissie van een TEO-systeem vergeleken met de huidige gasketels. Hieruit blijkt dat de CO₂-emissie met minimaal een derde afneemt, ervan uitgaande dat de elektriciteit grijs wordt ingekocht. Het is interessant om te zien dat het systeem CO₂ neutraal kan worden bij het toepassen van slechts één windturbine of vier voetbalvelden aan zonnepanelen. De bewoners van Rijnsaterwoude zullen het er wel voor over hebben dat de aanleg van een TEO-systeem voor ongemak zorgt. De straat zal opengebroken worden voor een warmtenet. En de huisaansluiting zal moeten worden aangepast om warmte af te kunnen nemen van het warmtenet.

Sommige bewoners zullen extra energie besparende maatregelen moeten nemen om hun woning te kunnen verwarmen. Echter krijgen zij daar een robuuste, duurzame en toekomstbestendige warmtevoorziening voor terug met warmte uit de Braassemermeer. Daar is geen gasketel of grote individuele warmtepomp in de woning voor nodig. In de openbare ruimte zal uiteindelijk weinig te zien zijn van het systeem. Het TEO-systeem is qua ruimte vergelijkbaar met een klein gemaal, de

WKO is vergelijkbaar met een putdeksel, het warmtenet zit een meter onder de grond, de energiecentrale is een klein gebouwtje die geïntegreerd kan worden in het straatbeeld.

Op het moment van het schrijven van deze managementsamenvatting heeft de eerste bewonersavond plaatsgevonden. De inspanningen van OWO en de gemeente hebben voor een grote opkomst gezorgd. Het gevoel na afloop van de bijeenkomst was positief. De oproep om actief te participeren als bewoner kwam nog niet van de grond. Activering van de bewoners heeft nog een lange weg te gaan. Tijdens de tweede bewonersavond zullen de conclusies en de infographic worden gepresenteerd. Maar deze avond zal vooral in het teken moeten staan van het activeren van de bewoners. Na de haalbaarheidsstudie loopt Fase 1 naar zijn einde. OWO of een opvolger hiervan zal zich moeten organiseren als vereniging of coöperatie, zodat zij beter zijn ingericht op het dragen van risico's. Daarnaast vergen subsidiegelden een rechtspersoon.

Een volgende stap in de organisatie en onderdeel van de roadmap naar een TEO-systeem is het ondertekenen van een intentieovereenkomst met partners, zoals de gemeente en Woondiensten Aarwoude, waarmee fase 1 definitief wordt afgerond. Als deze partijen het vertrouwen hebben in een haalbare business case kan dit een belangrijke stap zijn voor het daaropvolgende stakeholderproces met netwerk- en energiebedrijven. Parallel aan het stakeholderproces zal er op korte termijn geld nodig zijn om deze stappen te kunnen financieren. Dit geld zal voornamelijk uit subsidies moeten komen. Fase 2, de verdieping, eindigt met een samenwerkingsovereenkomst, en Fase 3, de uitwerking, eindigt met een investeringsbesluit. Kort door de bocht betekent dit steeds het verder uitwerken van alles wat staat in deze haalbaarheidsstudie.

OWO en de bewoners van Rijnsaterwoude hebben voornamelijk belang bij hetgeen er gebeurt in hun eigen dorp. Voor de gemeente Kaag en Braassem is ook uitgezocht wat de toepasbaarheid van TEO over de gehele gemeente is. Hiervoor is een kansenkaart en een longlist opgesteld van de woonkernen in Rijnsaterwoude voor TEO en TEA (thermische energie uit afvalwater). Hierbij is de casus van Rijnsaterwoude in perspectief geplaatst ten opzichte van deze buurten. Hieruit blijkt dat er ook buurten in voornamelijk Roelofarendsveen en Leimuiden en in mindere mate in Woubrugge zijn, die zeer geschikt voor TEO, waarbij de verwachting is dat de kosten lager uitvallen dan in Rijnsaterwoude.

Al met al kan er geconcludeerd worden dat uit deze haalbaarheidsstudie blijkt dat TEO technisch, financieel en juridisch haalbaar kan zijn in Rijnsaterwoude. De belangrijkste volgende stap is de organisatie verder op poten zetten. Het wordt aanbevolen om hier eerst de volgende stappen in te zetten. Dit betreft het activeren van bewoners (participatie), een intentieovereenkomst tussen partners en financiering vinden voor de volgende fase van het onderzoek: verdieping met als resultaat een samenwerkingsovereenkomst.

INHOUDSOPGAVE

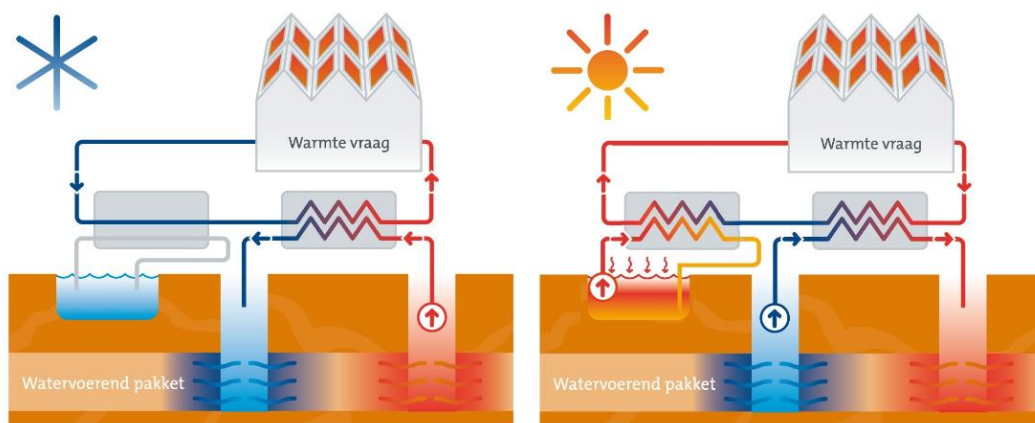
1 Inleiding	8
1.1 Achtergrond	8
1.2 Onderzoeksvragen	9
1.3 Doelstelling	9
1.4 Leeswijzer	10
2 Technische haalbaarheid	11
2.1 Kenmerken gebied en gebouwen	11
2.2 Geohydrologisch onderzoek	14
2.2.1 Bodemopbouw	14
2.2.2 Geohydrologie	15
2.2.3 Inpassing en debiet	16
2.3 Hydrothermisch onderzoek	16
2.3.1 Eigenschappen en energetisch potentieel oppervlaktewater	16
2.3.2 TEO-systeem	17
2.3.3 Randvoorwaarden TEO	20
2.4 Energie concept	20
2.4.1 Algemeen	20
2.4.2 Energetische analyse	20
2.4.3 Principeschema	21
2.4.4 Schetsontwerp	22
2.4.5 Aanpassingen en alternatieven bewoners	22
2.5 Conclusie	29
3 Financiële haalbaarheid	30
3.1 Business case	30
3.1.1 Financiële analyse collectieve installaties	30
3.1.2 Financiële analyse business case bewoners/afnemers	32
3.2 Gevoeligheidsanalyse en beschrijving toekomstige ontwikkelingen	34
3.2.1 Optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen	34
3.2.2 Gevoeligheidsanalyse	37
3.3 Financiering en subsidies	39
3.3.1 Inleiding	39
3.3.2 Initiatiefnemers en hun organisatie	39
3.3.3 Subsidies en regelingen	40
3.3.4 Financieringsplan collectieve installaties	42
3.3.5 Investeringsplan maandlasten afnemers	46
3.4 Conclusie	46
4 Juridische haalbaarheid	48
4.1 Juridische kader en vergunningen	48
4.2 Conclusie	52
5 Ruimtelijke impact	54
5.1 Energie besparing en emissie reductie	54
5.2 Zonnepaneel- en windmolenequivalenten	54
5.3 Impact op de woningen en hun bewoners	55

5.4	Klimaatadaptatie en TEO	57
5.5	Meekoppelkansen en meervoudigheid	58
5.6	Impact openbare ruimte	59
5.7	Conclusie	60
6	Organisatorisch kader	61
6.1	Kick-off bijeenkomst	61
6.2	Stakeholderproces na de haalbaarheidsstudie	61
6.3	Infographic	63
6.4	Roadmap	63
7	Toepasbaarheid over de gehele gemeente	67
7.1	kansenkaart TEO en TEA	67
7.2	Longlist kansrijke locaties	68
8	Conclusie en aanbevelingen	71
8.1	Conclusie	71
8.2	Aanbevelingen	72
9	Bijlage 1	74
9.1	Kaarten en figuren	74
9.2	Tabellen	85
9.3	Randvoorwaarden TEO Hoogheemraadschap Rijnland	91
9.4	Subsidie overzicht	92

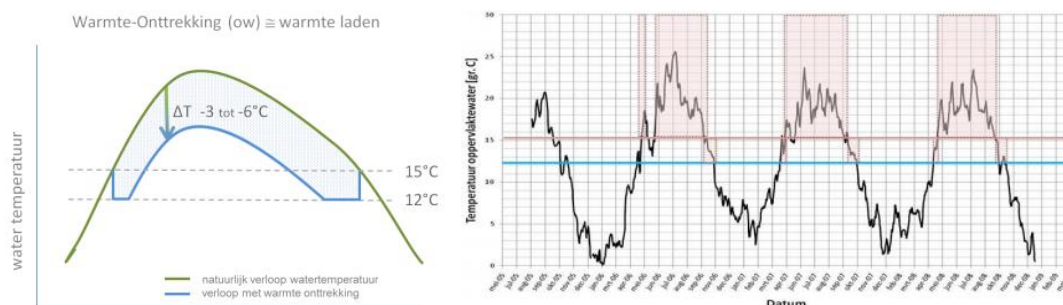
1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND

De gemeente Kaag en Braassem heeft de ambitie om in 2040 klimaatneutraal te zijn. In Rijnsaterwoude loopt inmiddels een initiatief van de bewonersgroep “Ons Warm Onthaal” (OWO) met als doel samen met bewoners mogelijkheden in de energietransitie te inventariseren en eventueel vervolgens te realiseren. Er is begonnen met een inventarisatie van mogelijkheden voor thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), in combinatie met warmte en koudeopslag (WKO) voor het voeden van een lokaal warmtenet voor circa 500 woningen en andere gebouwen. De gemeente wil samen met OWO deze mogelijkheid verder onderzoeken middels een haalbaarheidsstudie. In Figuur 1.1 is de werking van TEO met WKO schematisch weergegeven. In de winter wordt de opgeslagen warmte in de WKO gebruikt om de gebouwen te verwarmen. In de zomer wordt de warmte uit het oppervlaktewater gebruikt om de gebouwen te verwarmen en om warmte in de WKO op te slaan. In Figuur 1.2 is het principe van warmte onttrekking (laden van WKO) weergegeven. Boven een oppervlaktewatertemperatuur van 15 °C kan het TEO-systeem effectief worden ingezet.



Figuur 1.1 | Schematische weergaven van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) met warmte- en koudeopslag (WKO).



Figuur 1.2 | Principe van warmte onttrekking. (links) Boven een temperatuur van 15 °C is het effectief om warmte te winnen. (rechts) Voorbeeld van cyclus van oppervlaktewatertemperatuur gedurende 4 jaar.

1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

Deze studie moet antwoord geven op onderstaande onderzoeksvragen.

Technische haalbaarheid

1. Is TEO een geschikte optie voor de gemeente Kaag en Braassem (waarbij Rijnsaterwoude als concrete case dient)?
2. Mede op basis van eerdere ervaringen met TEO, wat is de meest geschikte TEO-installatie voor Rijnsaterwoude en hoe ziet dit er technisch uit?

Financiële haalbaarheid

3. Welke financieringsmogelijkheden zijn er (publiek/privaat/particulier/corporatie/bedrijven) en wat betekenen deze opties voor de business case?
 - Wat zijn de investeringen en kosten, wat levert het op?
 - Welke investeerders (inclusief bewoners) zouden er zijn?
 - Hoe zorgen we voor gezond rendement voor elk van hen?
 - Is er subsidie nodig, en zo ja, is deze beschikbaar en waar?

Juridische haalbaarheid (beschrijving van het juridische kader en het vergunningskader)

4. Welke vergunningen zijn er nodig voor een TEO-systeem en de bijbehorende benodigde voorzieningen?

Ruimtelijke impact (beschrijving impact op de omgeving)

5. Wat is de ruimtelijke impact van de toepassing van TEO?
 - Wat is de impact op de bewoners en hun woningen?
 - Wat is de impact op de bewoners en hun omgeving?
 - Welke meekoppelkansen levert TEO op?

Organisatorisch kader/Stakeholderproces

6. Via welk proces wordt tijdens de haalbaarheidsstudie en erna gezorgd dat het 'van het gas afgaan' en CO₂-neutraal worden samen met bewoners en andere stakeholders vormgegeven wordt?

Toepasbaarheid op rest van de gemeente (beschrijving mogelijkheden TEO voor andere kernen)

7. Welke kansrijke locaties zijn er naast Rijnsaterwoude nog meer in de gemeente Kaag en Braassem voor de toepassing met TEO?

1.3 DOELSTELLING

Dit eindproduct is een haalbaarheidsstudie met een heldere en begrijpbare verkennende business case, waarin de input van bewoners en gemeente is meegenomen. Met dit eindproduct kunnen de gemeente Kaag en Braassem en bewonersinitiatief OWO vervolgstappen zetten om naar realisatie te komen van een collectieve warmtevoorziening. Echter ons product geeft niet alleen op alle gestelde vragen antwoord, maar onze ambitie is dat het door (het merendeel van) de stakeholders (waaronder bewoners en gemeente) ook daadwerkelijk als 'hun document' wordt gezien. Het moet kunnen uitgroeien naar een enthousiasmerende business case waarmee investeerders, partners, subsidieverleners en bewoners aan de slag willen.

Het eindproduct is ook een haalbaarheidsstudie met een begrijpbare samenvatting in presentatie vorm. Hierin worden de techniek en de kenmerken zoveel mogelijk weergegeven in een infographic

met een voor de bewoners herkenbaar karakter. De managementsamenvatting biedt direct inzicht in belangrijkste resultaten en het onderliggende rapport biedt ook de benodigde onderbouwing voor investeerders en subsidieverleners.

1.4 LEESWIJZER

De onderzoeksvragen hierboven beschreven zijn in de volgende hoofdstukken verdeeld:

- 1 Technische haalbaarheid
- 2 Financiële haalbaarheid
- 3 Juridische haalbaarheid
- 4 Ruimtelijke impact
- 5 Organisatorisch kader
- 6 Toepasbaarheid over de gehele gemeente

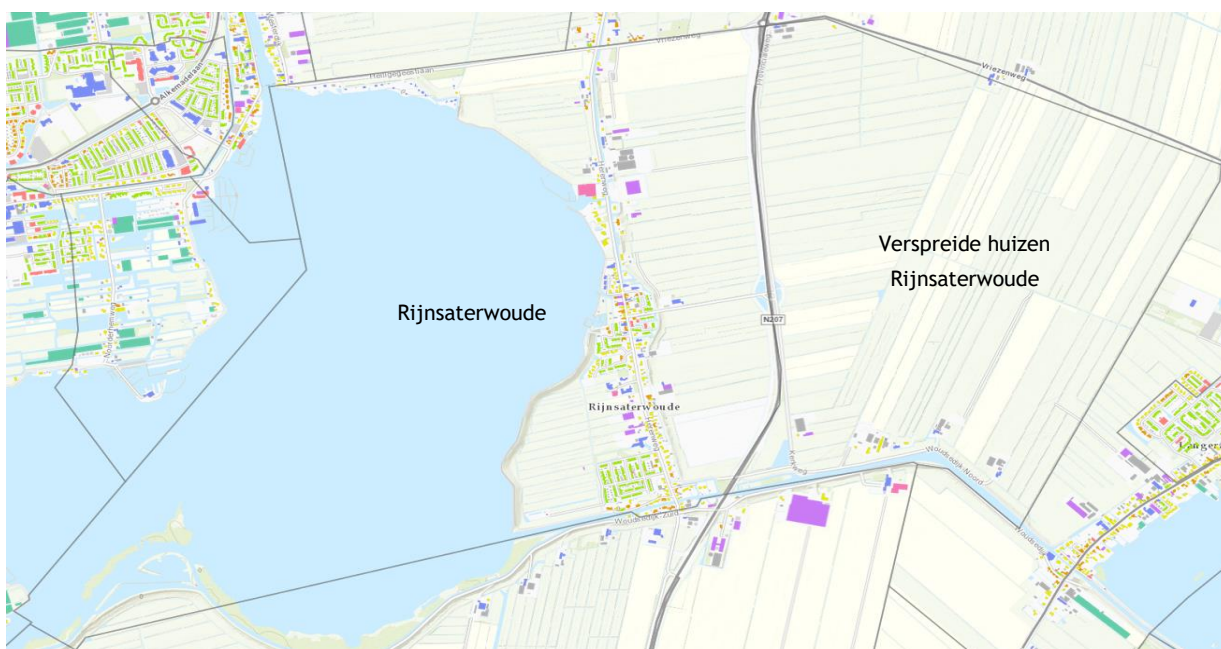
2 Technische haalbaarheid

Kenmerken als bebouwingsdichtheid, bouwjaar (energielabel) en warmtevraag van de gebouwen bepalen mede de meest geschikte duurzame energie oplossing voor warmtelevering. Voor TEO specifiek is het belangrijk dat de bebouwingsdichtheid hoog is, zodat er geen uitgestrekt warmtenet nodig is met veel warmteverlies en hoge kosten. Het bouwjaar en/of energielabel bepaalt mede de aanvoertemperatuur die wordt gekozen voor de energieoplossing om de gebouwen comfortabel te kunnen verwarmen. Daarnaast geeft het huidige gasverbruik inzicht in de benodigde warmte en of deze beschikbaar is uit het oppervlaktewater. Vervolgens moet de bodem geschikt zijn om deze warmte op te kunnen slaan, zodat deze in de winter beschikbaar is voor gebruik. Tezamen vormen het gebied, de gebouwen, de bodem en het oppervlaktewater de technische haalbaarheid. Indien nodig zullen er energiebesparende maatregelen moeten plaatsvinden om oude gebouwen geschikt te maken voor warmtelevering met een warmtepomp of om het aanbod van warmte uit een duurzame bron groter te maken dan de vraag van de gebouwen door minder warmte te verbruiken. In onderstaande paragrafen zijn de kenmerken van gebied, gebouwen, bodem en oppervlaktewater beschreven. Op basis van deze kenmerken is een energieconcept voorgesteld in paragraaf 2.4.

2.1 KENMERKEN GEBIED EN GEBOUWEN

In Figuur 2.1 is het dorp Rijnsaterwoude weergegeven. Rijnsaterwoude is onderdeel van de gemeente Kaag en Braassem en bestaat uit 2 buurten:

- 1 Rijnsaterwoude;
- 2 Verspreide huizen Rijnsaterwoude.



Figuur 2.1 | Plattegrond Rijnsaterwoude met buurtgrenzen (grijze lijnen). Rijnsaterwoude bestaat uit 2 buurten: Rijnsaterwoude en Verspreide huizen Rijnsaterwoude. Bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland. Geraadpleegd op 21 januari 2019, van <https://warmtetransitieatlas.zuid-holland.nl/webappbuilder/apps/496/>.

In Tabel 2.1 zijn een aantal kenmerken van de buurten in Rijnsaterwoude weergegeven. Het valt op dat de bebouwingsdichtheid in de buurt Verspreide huizen Rijnsaterwoude erg laag is. Hieruit kan op voorhand geconcludeerd worden dat een warmtenet naar de woningen en bedrijven in deze buurt niet rendabel is. Een individuele warmte- en/of koudevoorziening levert een meer rendabele business case op.

De buurt Rijnsaterwoude heeft vooral een lage bebouwingsdichtheid aan de noordkant. In de huidige studie is in eerste instantie onderzocht of een rendabele business case haalbaar is voor alle woningen en bedrijven in het gebied. Vervolgens is onderzocht of er een optimalisatie mogelijk is voor een deelgebied.

In Tabel 2.2 is de warmtevraag en de benodigde warmteproductie weergegeven voor de buurt Rijnsaterwoude. In de berekening van het energetisch concept wordt uitgegaan van een gemiddelde vraag per aansluiting. Het warmteverlies is gebaseerd op kengetallen voor distributieverliezen voor gebied- en centrale systemen per woning opgenomen in de Uniforme Maatlat versie 4.2 en omgerekend naar een percentage t.o.v. de warmtelevering. Het aantal equivalente vollasturen geeft een omgerekende tijdsduur weer waarop de warmteproductie effectief op vol vermogen draait. Het is de ratio tussen warmteproductie (9.000 MWh/jaar) en vermogen productie (3,6 MW). De equivalente vollasturen is gebaseerd op een bestaand warmtenetwerk met een vergelijkbaar aantal aansluitingen. Ter vergelijking, het aantal vollasturen van een windmolen in Zuid-Holland is 2.000 uur.

Tabel 2.1 | Kenmerken van de buurten in Rijnsaterwoude.

buurtnaam		Rijnsaterwoude	Verspreide huizen Rijnsaterwoude
algemeen	eenheid		
oppervlakte totaal	ha	559	320
oppervlakte land	ha	229	315
oppervlakte water	ha	330	5
kenmerken woningen¹			
aantal woningen	-	491	10
bouwjaar t/m 1945		43	6
bouwjaar t/m 1964	-	62	1
bouwjaar 1965-1974	-	171	1
bouwjaar 1975-1991	-	148	0
bouwjaar 1992-2005	-	51	0
bouwjaar 2006-heden	-	16	2
kenmerken utiliteitsgebouwen¹			
schatting aantal utiliteitsgebouwen	-	36	6
totaal bruto vloeroppervlakte (BVO)	m ²	28.863	2.258
bouwjaar t/m 1964	-	13	4
bouwjaar 1965-1974	-	8	0
bouwjaar 1975-1991	-	7	0
bouwjaar 1992-2005	-	6	1
bouwjaar 2006-heden	-	2	1
kleinverbruiksdata per jaar²			
aantal gasaansluitingen	-	546	onbekend ³
aantal elektriciteitsaansluitingen	-	646	onbekend ³
gasverbruik ⁴	m ³ /jaar	1.020.000	onbekend ³

¹ Utiliteitsgebouwen zijn gebouwen die geen woonbestemming hebben zoals kantoren, scholen en winkels. Bepaald op basis van opendata. Bron: WarmteAtlas, Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland, www.weetmeer.nl, BAG (<https://bagviewer.kadaster.nl/>).

² Bron: Liander kleinverbruiksdata per jaar. Geraadpleegd op 22 januari 2019, van <https://www.liander.nl/partners/datadiensten/open-data/data>.

³ Het aantal gas- en elektriciteitsaansluiting is via de kleinverbruiksdata van Liander niet te achterhalen, omdat de gegevens door de netbeheerder zijn geaggregeerd om de anonimiteit te waarborgen. Hierdoor zijn in dit verzorgingsgebied meerdere postcodes samengevoegd.

⁴ Gemiddeld gasverbruik in 2016. De gemiddelde temperatuur in 2016 komt overeen met de gemiddelde temperatuur van de laatste 10 jaar in de periode 2008 - 2018.

Tabel 2.2 | Warmtebehoefte en -productie voor de buurt Rijnsaterwoude.

warmtebehoefte Rijnsaterwoude		
parameter	eenheid	waarde
warmtevraag ⁵	MWh/jaar	7.800
warmtevraag per aansluiting	MWh/jaar	14,3
warmtevraag per aansluiting	GJ/jaar	51,4
warmteverlies warmtenet ⁶	%	15
warmteproductie	MWh/jaar	9.000
equivalente vollasturen ⁷	h	2.500
vermogen levering	MW	3,1
vermogen productie	MW	3,6

2.2 GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

Met een geohydrologisch onderzoek wordt onderzocht of de bodem van Rijnsaterwoude geschikt is voor een warmte- en koudeopslagsysteem. Dit wordt ook wel een open bodemenergiesysteem genoemd.

2.2.1 Bodemopbouw

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

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- Boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINoloket;
- Boorbeschrijvingen van omliggende bodemenergiesystemen.

De verwachte bodemopbouw op de locatie is weergegeven in Tabel 2.3.

Bodemgeschiktheid

In de provincie Zuid-Holland is het in principe niet toegestaan gebruik te maken van het eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen (WKO) in stedelijk of glastuinbouw gebied (ambitiegebieden). Hiervan kan afgeweken worden als een bodemenergieplan opgesteld wordt voor een gebied, waarin aangetoond wordt dat toepassing van bodemenergie in het eerste watervoerende pakket geen ondiepe belangen schaadt (beleidsregel open bodemenergiesystemen provincie Zuid-Holland art 3, lid 3).

⁵ Het warmteverbruik is omgerekend vanuit het gasverbruik met de rekenmethodiek uit het Warmtebesluit. Bron: Warmtebesluit. Besluit van 10 september 2013, houdende regels ter uitvoering van de Warmtewet (Warmtebesluit). Geraadpleegd op 23 januari 2019, van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0033940/2014-01-01>.

⁶ Bron: RVO. Uniforme Maatlat Gebouwde Omgeving (UMGO) voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw. Geraadpleegd op 23 januari 2019, van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/07/Protocol%20Uniforme%20Maatlat%20Gebouwde%20Omgeving%204.2.pdf>.

⁷ Bron: IF Technology (niet publiekelijk toegankelijk).

De bodem is geschematiseerd in drie watervoerende pakketten. Het eerste watervoerende pakket is niet geschikt wegens het verbod voor open bodemsystemen in Zuid-Holland in stedelijk of glastuinbouwgebieden. Het derde watervoerende pakket is door de lage doorlatendheid en de aanwezigheid van kleilagen minder geschikt. Het tweede watervoerende pakket is technisch en juridisch geschikt voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem.

Tabel 2.3 | Bodemopbouw.

diepte [m-mv]*	Lithologie	geohydrologie
0 - 8	klei, veen en fijn zand	deklaag
8 - 45	matig fijn tot uiterst grof zand met enkele kleilagen	1 ^e watervoerend pakket
45 - 55	klei, kleiig zand	1 ^e scheidende laag
55 - 140	matig grof tot zeer grof zand	2 ^e watervoerend pakket
140 - 150	klei en fijn zand	2 ^e scheidende laag
150 - 270	fijn tot matig fijn zand met kleilagen	3 ^e watervoerend pakket
> 270	klei en fijn zand	hydrologische basis

* het maaiveld bevindt zich op tussen 0 m en 4 m-NAP

Bovenstaande tabel gaat ervan uit dat het maaiveld zich op 0 m NAP bevindt.

2.2.2

Geohydrologie

In Tabel 9.1 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de werking van een open bodemenergiesysteem in het tweede watervoerend pakket. Er zijn een aantal aandachtspunten/risico's aangewezen die hieronder nader zijn toegelicht.

1. Artesisch grondwater

Artesisch grondwater is water dat boven het maaiveld uitkomt. In het zuiden van Rijnsaterwoude ligt een gebied waar de grondwaterstand boven het maaiveld kan uitkomen. Ditzelfde geldt ook voor grondwater uit het 1^e watervoerende pakket. Hier moet rekening mee worden gehouden indien een bodemenergiesysteem gewenst is in het zuidelijke gedeelte van Rijnsaterwoude.

2. Gesloten bodemenergiesystemen

Bij de gemeente Kaag en Braassem en Omgevingsdienst West Holland is informatie opgevraagd over de eventueel aanwezige gesloten bodemenergiesystemen. Dit zijn bodemwarmtewisselaar waarbij een vloeistof door een gesloten bodemleidingen (bodemplussen) worden geleid. Uit de gegevens van de WKO tool (d.d. 11 februari 2019) blijkt dat er binnen een straal van 1.000 m twee gesloten bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze systemen zijn in Figuur 9.4 weergegeven. Voor de inpassing van bronlocaties is het van belang dat er met deze systemen rekening gehouden wordt. De gesloten bodemenergiesystemen mogen niet negatief beïnvloed worden door het open bodemenergiesysteem.

3. Natuurbelangen

Ten zuiden van Rijnsaterwoude ligt een ecologische verbindingszone (zie Figuur 9.5) om verschillende natuurgebieden te verbinden. Deze verbindingszone ligt binnen de regionale waterkering en is waarschijnlijk geen probleem bij het plaatsen en in gebruik hebben van een open bodemenergiesysteem.

4. Aardkundig waardevol gebied

Rijnsaterwoude bevindt zich in een gebied dat van provinciale aardkundige waarde is (zie Figuur 9.6). Naar verwachting vormt dit geen beperking voor het realiseren en in gebruik hebben van een open bodemenergiesysteem.

5. Verontreinigingen

Bij het boren van bronnen voor een open bodemenergiesysteem of boorgaten voor een gesloten bodemenergiesysteem dient een booraannemer zich te houden aan BRL-SIKB-2101, Mechanisch boren. Hierin is opgenomen hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen om verspreiding van deze verontreinigingen en veiligheidsrisico's te voorkomen tijdens het boren. Daarnaast is het noodzakelijk om de omvang en het type van de bodemverontreinigingen te controleren wanneer de bronlocaties bekend zijn.

6. Waterkering

Het is bij de Keur van Rijnland noodzakelijk om een vergunning aan te vragen als er een medium voerende leiding wordt geplaatst binnen de buitenbeschermingszone van een regionale waterkering met een diameter groter dan 500 mm (Keur van Rijnland, 2015). Rijnsaterwoude ligt bijna in zijn geheel in de buitenbeschermingszone van de regionale waterkeringen (Figuur 9.7), hierdoor is het waarschijnlijk dat een vergunning noodzakelijk zal zijn om het bodemenergiesysteem te realiseren.

Zettingen kunnen invloed hebben op de regionale waterkeringen in de omgeving van Rijnsaterwoude. Zetting is het proces waar grond onder invloed van een belasting wordt samengedrukt. Het is daarom van belang om de invloed van zettingen op de regionale waterkeringen te onderzoeken. Dit hoeft geen belemmering te zijn voor realisatie van een bodem energiesysteem.

2.2.3 Inpassing en debiet

Het tweede watervoerend pakket is geschikt voor een open bodemenergiesysteem met een maximale capaciteit van ca. 120 tot 175 m³/h per doublet. Een doublet is een WKO systeem die uit één separate koude (ca. 7 °C) en één separate warme bron (ca. 16 °C) bestaat. In Nederland is dat een relatief hoge capaciteit.

2.3 HYDROTHERMISCH ONDERZOEK

In de zomer kan het oppervlaktewater opwarmen tot een temperatuur van 25 °C. Vandaar dat de energie uit het oppervlaktewater een potentiële energiebron is voor de gebouwen in de buurt. Om te kunnen beoordelen of een TEO-systeem haalbaar is, zijn de gegevens van het aanwezige oppervlaktewater belangrijk. Hiermee kan een inschatting worden gemaakt van de hoeveelheid energie die onttrokken kan worden. Ook de kunstwerken (zoals dijken, gemalen, sluizen en duikers) kunnen spelen een rol in de haalbaarheid van TEO. Immers het rondstromen van oppervlaktewater moet technisch mogelijk zijn. Uiteindelijk wordt met deze gegevens een inschatting gemaakt van de investeringskosten van het TEO-systeem.

2.3.1 Eigenschappen en energetisch potentieel oppervlaktewater

Het Braassemermeer is een 425 hectare groot meer in het noorden van Zuid-Holland in de gemeente Kaag en Braassem. Er bevinden zich open verbindingen met de Ringvaart en de Oude Rijn, daarmee loopt een belangrijke scheepvaartroute door het Braassemermeer. Rijnsaterwoude ligt aan de oostkant van het meer.

De potentiële energievoorraad is berekend op basis van de afmetingen van het meer volgens de methode uit de Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem. In Tabel 2.4 zijn de eigenschappen weergegeven. Het potentieel is berekend met conservatieve uitgangspunten, zoals een ΔT van 3 °C en 2.000 vollasturen. Dit betekent dat het temperatuurverschil tussen inname en lozing 3 °C is en het TEO-systeem 2.000 uur effectief op vol vermogen kan draaien, omdat dan het oppervlaktewater warm genoeg is. Vandaar dat de waarde in Tabel 2.4 als een minimum beschouwd kan worden. Een hogere ΔT van 6 °C is mogelijk vanaf een oppervlaktewatertemperatuur van ca. 18 °C en hoger. De lozingstemperatuur zal daarmee niet onder de 12 °C komen.

Tabel 2.4 | Geometrie en energetisch potentieel oppervlaktewater Braassemermeer.

eigenschappen oppervlaktewater		
naam	oppervlakte [m ²]	energetisch potentieel ⁸ [MWh/jaar]
Braassemermeer	4.250.000	255.000

2.3.2

TEO-systeem

In het meest gunstige geval zit het TEO-systeem zo dicht mogelijk bij het WKO-systeem, centrale technische ruimte (TR) en de afnemers van energie, zodat het distributienet kort gehouden kan worden. De locatie van onttrekking en lozing zal dusdanig gekozen moeten worden dat er voldoende energie onttrokken kan worden om te kunnen regenereren. Regenereren is in deze context een term voor het opladen van de warme WKO bron met de warmte uit oppervlaktewater. Aan de andere kant wordt het vermogen van onttrekking beperkt door thermische kortsluiting. Thermische kortsluiting ontstaat wanneer het koude geloosde water terugstroomt naar het onttrekkingspunt. Dit kan ontstaan als het onttrekkings- en lozingspunt te dicht op elkaar zitten en er met een te grote volume en/of temperatuurverschil warmte wordt onttrokken. In Tabel 2.5 zijn de benodigde en berekende eigenschappen van het TEO-systeem weergegeven.

In Figuur 2.2 is een plattegrond met een aantal TEO-systemen schematisch weergegeven. Er zijn verschillende methodes om warmte te onttrekken vanuit het oppervlaktewater. Er zijn er 3 uitgelicht:

- 1 Onttrekking vanuit de haven en lozing op diepte in het Braassemermeer.
- 2 Onttrekking vanuit de haven en lozing aan de oever en aan het oppervlak in het Braassemermeer.
- 3 Het gemaal inzetten als pomp om water langs een warmtewisselaar te pompen en warmte te onttrekken vanuit het water dat uit de polder naar het Braassemermeer wordt gepompt. Als het gemaal genoeg draaiuren maakt per jaar, ontstaat er een meekoppelkans. Meekoppelkans wil in deze context zeggen dat de functie van het gemaal benut kan worden voor meerdere doeleinden, terwijl er dezelfde hoeveelheid elektriciteit wordt verbruikt. De hoofdfunctie blijft peilbeheer, maar tegelijkertijd kan het gemaal water langs een warmtewisselaar pompen voor warmtewinning. Dit concept wordt ook wel Smart polder genoemd. In Figuur 9.3 is het Smart polder schematisch weergegeven. Het gemaal Rijnsaterwoudschepolder heeft een capaciteit van 10 m³/min. Het aantal draaiuren kan sterk verschillen per jaar van 6 uur/maand - 744

⁸ Bron: IF Technology en Unie van Waterschappen (2016). Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem. Geraadpleegd op 24 januari 2019, van <https://www.uvw.nl/wp-content/uploads/2016/10/IF-Technology-Onderzoek-potentieel-warmte-koudeopslag-Waterschappen-2016.pdf>.

uur/maand in de afgelopen 10 jaar.⁹ Het aantal draaiuren is laag in droge periodes en het gemaal wordt vooral ingezet om kwelwater (opkomend grondwater) te verpompen. Het is niet aannemelijk vanwege de kleine afmetingen van de polder dat het gemaal ingezet kan worden in combinatie met TEO.

In Figuur 2.3 is de temperatuur van het Braassemermeer weergegeven. Dit is de temperatuur in de periode van 2010-2016 in de zomerperiode vertaald naar één jaar. Deze temperatuur is gebruikt in de energetische analyse.

Tabel 2.5 | Eigenschappen TEO-systeem.

eigenschappen TEO-systeem		
parameter	eenheid	waarde
naam water	-	Braassemermeer
afstand water-afnemers	m	50 - 800
oppervlakte water	m ²	4.250.000
stroming	-	stilstaand ¹⁰
uitkoeling water ΔT systeem	K	3 - 6 ¹¹
energie onttrekking TEO	MWh/jaar	5.900 ¹²
minimale onttrekkingstemperatuur	°C	15
vollasturen TEO	h	3.200 ¹³
percentage van potentieel	%	2,3
debiet	m ³ /h	265
thermisch vermogen	MW _{th}	1,85
energetisch haalbaar	-	ja
juridisch haalbaar	-	nader te bepalen, vooralsnog geen belemmeringen

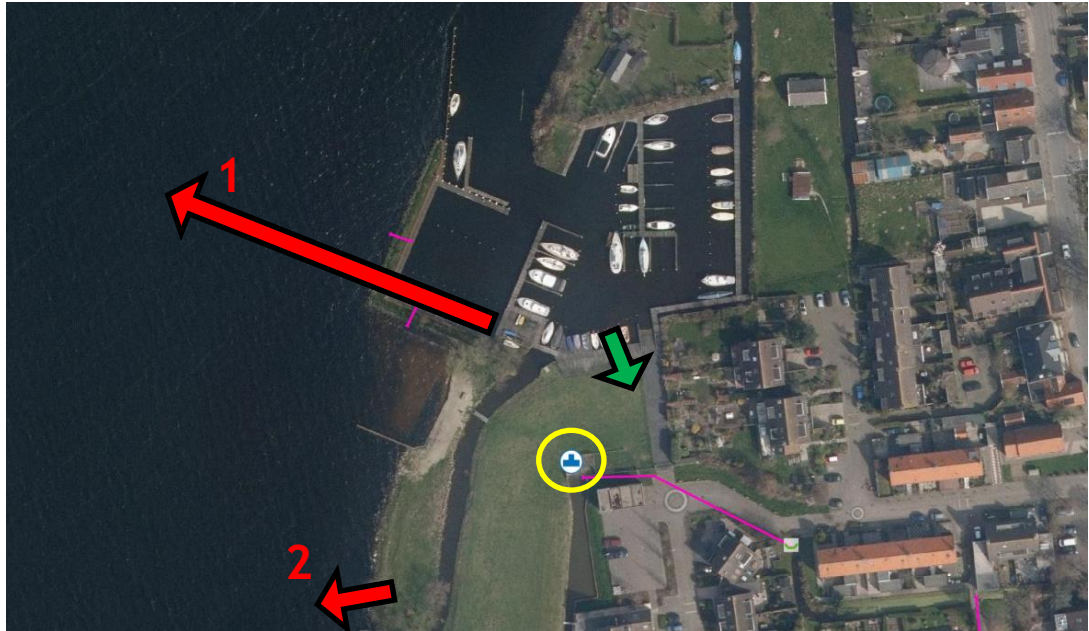
⁹ Bron: Hoogheemraadschap Rijnland, persoonlijke communicatie, 2 februari 2019.

¹⁰ In de berekening is uitgegaan van stilstaand water. Dit is een conservatieve aanname om het minimale potentieel te bepalen.

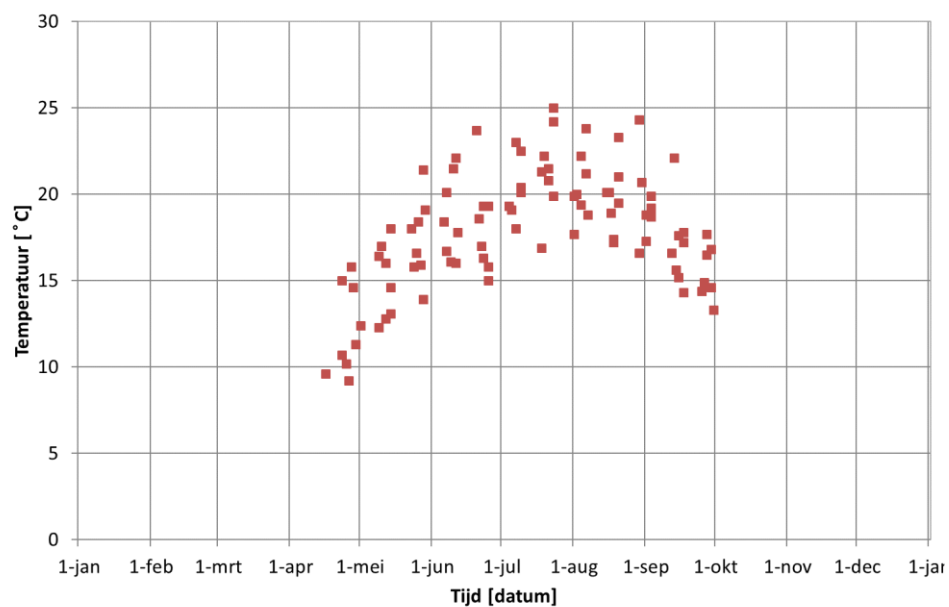
¹¹ Er is gerekend met een $\Delta T = 3$ °C vanaf 15 °C oppervlaktewatertemperatuur en $\Delta T = 6$ °C vanaf 18 °C en hoger. Tussen 15 en 18 °C neemt de ΔT lineair toe, waarbij de lozingstemperatuur niet onder de 12 °C komt.

¹² De energie onttrekking is lager dan de warmte die benodigd is in de woningen. Dit komt door de werking van de warmtepomp. Er gaat ca. 5.900 MWh aan warmte en ca. 3.100 MWh aan elektriciteit in de warmtepomp. Vervolgens komt er 9.000 MWh aan warmte uit de warmtepomp.

¹³ Dit zijn de werkelijke haalbare vollasturen op basis van het temperatuurprofiel van het meer. Het aantal vollasturen ligt hoger dan de aanname in paragraaf 2.3.1. van 2.000 vollasturen. Dit is een conservatieve aanname vanuit de methodiek uit de Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem (2016).



Figuur 2.2 | Plattegrond van TEO-systeem Rijnsaterwoude. Onttrekking = groene pijl, lozing = rode pijl, gemaal = gele cirkel. Er zijn verschillende manieren om warmte te onttrekken en te lozen. Optie 1: onttrekking aan oppervlakte in de haven, lozing op diepte in het Braassemermeer. Optie 2: onttrekking aan oppervlakte in de haven, lozing aan de oever en aan de oppervlakte. Optie 3: gebruik maken van het gemaal om water langs een warmtewisselaar te pompen. Bron: Hoogheemraadschap van Rijnland. Legger oppervlaktewater. Geraadpleegd op 25 januari 2019, van <http://rijnland.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Legger-watergangen>.



Figuur 2.3 | Temperatuur oppervlaktewater Braassemermeer in de periode 2010 - 2016. Dit zijn alle temperatuur datapunten in de periode mei-september van 2010-2016 vertaald naar één kalenderjaar. Bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, persoonlijke communicatie, 7 februari 2019.

2.3.3 Randvoorwaarden TEO

Algemeen

Het belangrijkste uitgangspunt bij het beoordelen van een koud waterlozing is dat de waterkwaliteit niet verslechtert en de ecologie niet nadelig wordt beïnvloed. Richtlijnen voor ecologische beoordeling zijn in Nederland op dit moment nog niet beschikbaar. STOWA (2017) heeft een Deltafact gepubliceerd met een overzicht van de beschikbare kennis van effecten van het verlagen van de watertemperatuur op de ecologische toestand van oppervlaktewater.¹⁴ In 2015 waren er circa 10 TEO-installaties in bedrijf, waarvan er slechts bij één TEO-installatie in Gorinchem een vijftal jaren de waterkwaliteit en de ecologie is gemonitord. Hierbij zijn op korte termijn geen negatieve bevindingen geconstateerd.

Om negatieve effecten van de koudwaterlozing zoveel mogelijk te beperken, stelt Rijnland een aantal eisen aan de lozingen. Met deze eisen wil Rijnland zorgen dat het gebied waarop de lozing invloed heeft niet te groot is en dat temperatuurverschillen in het watersysteem beperkt blijven. Deze randvoorwaarden zijn aangeleverd door Rijnland¹⁵ en bijgevoegd in Bijlage 1 par. 9.3.

2.4 ENERGIE CONCEPT

2.4.1 Algemeen

Bij de toepassing van TEO zijn er globaal twee concepten mogelijk: warmte uit oppervlaktewater of koude uit oppervlaktewater. In Rijnsaterwoude wordt uitgegaan van een onbalans in warmtevraag en koudevraag. De warmtevraag is significant groter dan de koudevraag, daarom is warmte uit oppervlaktewater nodig om de WKO te regenereren. Regeneratie betekent dat er in de zomer warmte uit het oppervlaktewater wordt opgeslagen in de warme bron van de WKO. Afhankelijk van de randvoorwaarden binnen een project bepaalt het concept voor een groot deel de financiële, technische en juridische haalbaarheid.

2.4.2 Energetische analyse

De overwegend jaren 60, 70 en 80 woningen en gebouwen (+/- 70%) in Rijnsaterwoude hebben gemiddeld gezien energielabel C (zie Figuur 9.9 in Bijlage 1). In Figuur 2.4 is een inschatting gegeven van de verdeling van energielabels in Rijnsaterwoude. Bij een woning met energielabel C moet de verwarmingstemperatuur voldoende hoog zijn om de woningen comfortabel warm te krijgen. Een woning met een energielabel C kan in het algemeen met een 70 °C aanvoertemperatuur worden verwarmd zonder ingrijpende energiebesparende maatregelen en aanpassingen van afgiftesystemen toe te passen. Verder hebben de volgende overwegingen en aannames een rol gespeeld bij de totstandkoming van de energie concepten:

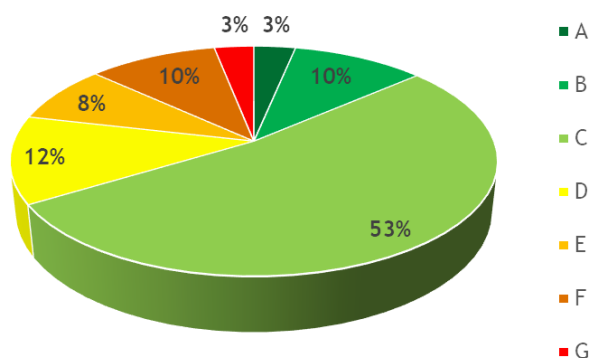
- 1 **TEO:** de warmtebron is energie uit oppervlaktewater. De warmte wordt in de zomer onttrokken uit het oppervlaktewater.
- 2 **WKO:** het opslagsysteem is een WKO (open bodemenergiesysteem). De warmte uit het oppervlaktewater wordt in de zomer opgeslagen in de bodem. In de winter wordt deze warmte gebruikt om de gebouwen te verwarmen. Uit de huidige warmtevraag blijkt dat er meerdere

¹⁴ Bron: STOWA, 2017. Deltafact - Ecologische effecten koudwaterlozingen. Geraadpleegd op 2 januari 2019, van <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/DELTAFACTS/Deltafacts%20NL%20PDF/DF-Ecologische%20effecten%20koudwaterlozingen.pdf>.

¹⁵ Bron: Hoogheemraadschap van Rijnland, persoonlijke communicatie, 15 november 2018.

doubletten nodig zijn, omdat de capaciteit van één doublet niet voldoende is. Een bronnennet is daarom benodigd om de verschillende warmte en koude bronnen te verbinden. Dit zijn ongeïsoleerde PE leidingen.

- 3 **Technische ruimte:** de technische ruimte bevat een energiecentrale met een bivalent systeem. Dit houdt in dat er een warmtepomp en een gasketel is opgesteld. De gasketel levert de piekvoorziening op momenten dat de buitentemperatuur laag is en de warmtebehoefte van de gebouwen een piek heeft. Dit betekent dat de gasketel alleen op piekmomenten wordt ingezet. Dit resulteert in een verlaging van de totale kosten, verbetering van het financiële rendement, terwijl de energieopwekking alsnog grotendeels duurzaam is. De locatie van de technische ruimte is concept specifiek. Een gasketel zou op den duur vervangen kunnen worden door een alternatief. De gasketel zorgt echter wel voor lagere investeringskosten, redundantie en leveringszekerheid bij storingen en flexibiliteit bij vervanging van de gasketel voor een alternatieve warmteopwekking. Op deze manier kan gas uitgefaseerd worden. Dit kan zowel één of meerdere collectieve ruimte zijn in een gebied waar de warmte wordt geproduceerd en toegevoegd aan een 70/40 warmtenet.
- 4 **Warmtenet:** het warmtenet is afhankelijk van het energieconcept. In Rijnsaterwoude wordt uitgegaan van een aanvoertemperatuur van 70 °C en retourtemperatuur van 40 °C. Bij deze aanvoertemperatuur zijn er minder energie besparende maatregelen noodzakelijk dan bij een lagere aanvoertemperatuur.
- 5 **Gebouwen:** energiebesparende maatregelen (isolatie en/of aanpassing radiatoren) zijn in de meeste gevallen niet nodig, in andere gevallen zal er waarschijnlijk een aanpassing naar minimaal label C moeten plaatsvinden om met 70 °C te kunnen verwarmen. In de gebouwen is een afleverset aanwezig tussen het warmtenet en de gebouw gebonden installaties.



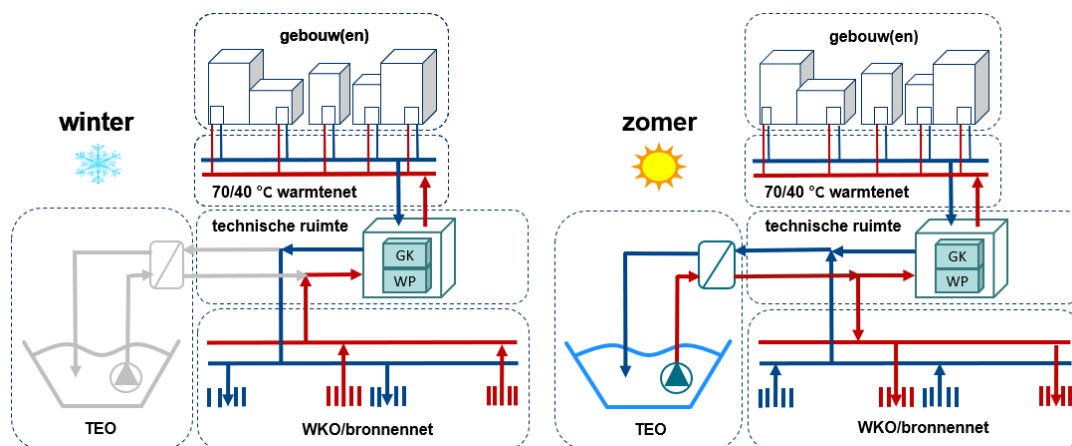
Figuur 2.4 | Inschatting huidige verdeling energielabels in Rijnsaterwoude. De verdeling is gebaseerd op de bouwjaren van de woningen. Er zullen woningen zijn met een verbeterde energielabel t.o.v. het bouwjaar. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de inschatting van kosten van isolatie besparende maatregelen conservatief is en waarschijnlijk gemiddeld lager zal zijn.

De energetische uitgangspunten van de energieconcepten zijn weergegeven in Tabel 9.2.

2.4.3 Principeschema

In Figuur 2.5 is het principeschema van een collectieve WKO en TEO voor de winter en de zomer weergegeven. De seizoenen zijn indicatief om een bepaalde situatie te schetsen. In de winter is het TEO-systeem uitgeschakeld. In de zomer wordt het oppervlaktewater gebruikt als bron van warmte om de WKO te laden/regenereren. Het kan ook voorkomen dat er een warmtevraag in de

gebouwen is en het TEO-systeem aan het laden is. In dat geval wordt de warmte uit oppervlaktewater direct ingezet om de gebouwen te verwarmen.



Figuur 2.5 | Principeschema collectieve WKO en TEO in de winter en zomer (grijs = niet in bedrijf). Winter: het TEO-systeem is uitgeschakeld, omdat het oppervlaktewater te koud is ($< 15^{\circ}\text{C}$). Het WKO-systeem levert warmte uit de warme bronnen die door de warmtepomp/gasketel wordt opgewaardeerd naar 70°C . Zomer: het TEO-systeem is ingeschakeld, warmte kan aan de warmtepomp geleverd worden om de gebouwen van warmte en/of tapwater te voorzien, daarnaast wordt de warmte uit het oppervlaktewater gebruikt om de WKO te laden/regenereren. GK = gasketel, WP = warmtepomp.

2.4.4 Schetsontwerp

In Figuur 9.8 is een schetsontwerp van het warmtenet weergegeven. Het TEO-systeem is voor deze studie aan het Braassemermeer gesitueerd. Tussen het onttrekkings- en lozingspunt is een leiding nodig om het water te transporteren. De centrale technische ruimte (TR) en het WKO-systeem zijn in het schetsontwerp niet ingetekend. Bij voorbaat ligt de TR en de WKO zo dicht mogelijk bij de TEO-leiding. Dit verkort de infrastructuur en daarmee de kosten van het systeem. De WKO bronnen nemen zelf relatief weinig ruimte in beslag. Het zou technisch en financieel voordelig zijn als het WKO bronnennet parallel aan de TEO leiding en/of het warmtenet gelegd kan worden. Voor de technische ruimte moet er voor het huidige systeem rekening gehouden worden met een ruimte van minimaal $100 - 200 \text{ m}^2$.

2.4.5 Aanpassingen en alternatieven bewoners

Om aangesloten te kunnen worden op een systeem met TEO en WKO zijn er aanpassingen nodig in de warmtevoorziening. In deze paragraaf is een beschrijving gegeven 1) WKO en TEO met collectief warmtenet en 2) individuele lucht/waterwarmtepompen (het alternatief) in dit onderzoek.

1 WKO + TEO en collectief warmtenet

Werking van een collectief warmtenet met een centrale hoge temperatuur warmtepomp

Dit concept betreft een geheel collectief systeem. Dit betekent dat de woningen geen eigen warmtepomp krijgen. In plaats daarvan wordt warmte geleverd middels een warmtenet waarbij de temperatuur op een dermate hoog niveau wordt geleverd dat opwaarding niet nodig is. Deze temperatuur bedraagt circa 70°C . De woningen worden voorzien van een eigen warmtewisselaar (afleverset) zodat de warmte vanuit het warmtenet kan worden overgebracht naar de woning. Een dergelijke warmtewisselaar wordt later in dit hoofdstuk nader toegelicht. Koeling is niet mogelijk met dit concept.

De warmte op het warmtenet wordt geleverd via een centraal opgestelde warmtepomp in de omgeving van de wijk. Deze wordt geplaatst in een technische ruimte. De bronwarmte van deze warmtepomp komt vanuit de WKO en de warmte in de WKO wordt geladen vanuit het oppervlaktewater. De warmtepomp wordt ondersteund door een gasgestookte piekketel. Dit zorgt voor een forse reductie in van het benodigde vermogen van de warmtepomp terwijl de gasgestookte ketel alleen bijspringt bij zeer lage buitentemperaturen. Het grootste gedeelte van het jaar werkt de warmtepomp zonder ondersteuning van de ketel.

Hieronder worden de centrale warmtepomp en de warmtewisselaars voor in de woningen nader toegelicht.

Collectieve hoge temperatuur warmtepomp

In dit concept worden de woningen niet voorzien van een eigen warmtepomp. In plaats daarvan wordt een centrale warmtepomp opgesteld in een techniekruimte aan de rand van de wijk. Een dergelijke techniekruimte is vergelijkbaar met een elektriciteitshuisje. De centrale warmtepomp is speciaal ontworpen om hoge temperaturen te kunnen bereiken met een goed rendement. De warmtepomp zal ongeveer 70 °C leveren op het warmtenet en ongeveer 40 °C retour krijgen vanaf de woningen. Omdat niet alle woningen tegelijk ruimteverwarming en warm tapwater nodig hebben, hoeft de warmtepomp niet het volledig benodigde vermogen van alle woningen opgeteld te kunnen leveren. Dit zorgt voor een kleiner vermogen en lagere kosten. Tevens vindt onderhoud aan de warmtepomp plaats door de partij die de warmtepomp in beheer heeft en hoeft er geen onderhoudsmonteur bij de woningen langs.

Warmtewisselaar in de woning (afleverset)

Voor dit concept heeft iedere woning een eigen warmtewisselaar (afleverset) nodig. Via deze warmtewisselaar wordt de warmte vanuit het distributienetwerk overgebracht naar het cv-water en het tapwater. De gasketel kan uit de woning verwijderd worden en de woningen kunnen hiermee volledig gasloos gemaakt worden. De warmtewisselaar betreft een relatief klein apparaat, kleiner dan een cv-ketel en kan meestal in de bestaande meterkast geplaatst worden. Voor het bereiden van warm tapwater werkt dit apparaat volgens het doorstroomprincipe waardoor opslag van warm tapwater niet nodig is. Figuur 2.6 toont een weergave van een mogelijke warmtewisselaar. Naast het overbrengen van de warmte is het apparaat voorzien van meters zodat de geleverde warmte gemeten kan worden.



Figuur 2.6 | Afleverset voor in de woningen.

Voor- en nadelen van een collectief hoge temperatuursysteem

- Ruimte in de woning (voordeel)
In dit concept is alleen een afleverset nodig in de woning zoals omschreven in de vorige paragraaf. Een opslag voor tapwater is niet nodig en de afleverset neemt zelf nog minder ruimte in beslag dan een cv-ketel.
- Tapwaterbereiding (voordeel)
Tapwater wordt in de afleverset bereid middels het doorstroomprincipe. Hierdoor is geen tapwateropslag benodigd en kan tapwater afgegeven worden naar behoefte. Met een heel gezin achter elkaar douchen of in bad is mogelijk bij dit systeem.
- Ondersteuning door een gasketel (voordeel)
Hoge temperatuur warmtepompen zijn kostbaar en hoe hoger het vermogen, hoe hoger de kosten zullen uitvallen. De hoge vermogens zijn alleen nodig tijdens pieksituaties bij zeer koude buitentemperaturen. Vanwege kostenoptimalisaties kan het aantrekkelijk zijn om de warmtepomp samen te laten werken met een gasketel. De gasketel ondersteunt de warmtepomp alleen bij zeer lage buitentemperaturen, bijvoorbeeld -5 °C. Deze temperaturen komen maar korte periodes voor en daardoor wordt maar een geringe hoeveelheid gas verbruikt terwijl de warmtepomp fors gereduceerd kan worden in vermogen. In dit concept wordt uitgegaan van een gasgestookte ketel als piekvoorziening. Indien gas volledig uitgefaseerd wordt, kan de ketel op termijn worden vervangen door een biomassaketel of andere piekvoorziening. Een bijkomend voordeel van ondersteuning met een gasketel is dat tijdens onderhoudswerkzaamheden en storingen levering gegarandeerd is, het warmtenet kan tijdelijk worden verwarmd met gas en dit maakt het systeem robuust.
- Invloed op oppervlaktewater (voordeel)
Door het afkoelen en in stroming brengen van het oppervlaktewater zijn positieve invloeden op de waterkwaliteit te verwachten.
- Locatie huidige cv-ketel (nadeel)
De cv-ketel zit bij veel woningen op de 1^e verdieping. Bij de overstap naar een collectief systeem zal de cv-ketel worden vervangen door een afleverset die aangesloten is aan het warmtenet. Dit betekent dat er woningaanpassing nodig is om de afleverset aan te sluiten op het CV-net.
- Aangezicht in de wijk (nadeel)
Voor dit systeem is een technische ruimte benodigd om de collectieve warmtepomp te plaatsen. Dit kan in een technische ruimte net buiten wijk worden gerealiseerd waarmee de impact in de wijk minimaal is.
- Aanleg warmtenet (nadeel)
Het aanleggen van een warmtenet is ingrijpend en hier zal de wijk tijdelijk hinder van ondervinden. Een voordeel hierbij is dat na het aanleggen niets meer zichtbaar is van het warmtenet. Tijdens de aanleg zullen echter grote delen van wegen in de wijk en delen van tuinen moeten worden open gegraven en weer worden hersteld.
- Warmteverlies in een warmtenet (nadeel)
De temperatuur in het warmtenet dient constant 70 °C te bedragen. Hierdoor brengt een hoge temperatuur warmtenet verliezen met zich mee. Deze verliezen dienen door de centrale warmtepomp geleverd te worden.
- Geen koeling mogelijk (nadeel)
Net zoals bij een gasketel is met dit concept geen koeling mogelijk, ook niet als de woningen zijn voorzien van lage temperatuurverwarming.

2 Individuele lucht/waterwarmtepomp

Werking van een lucht/waterwarmtepomp

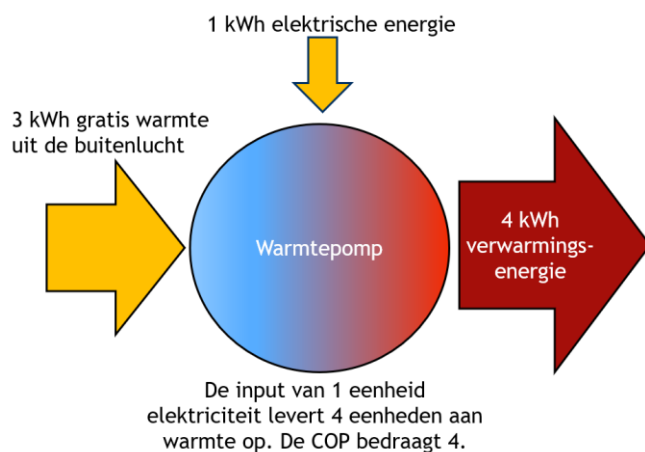
Een mogelijk duurzaam alternatief voor verwarming en tapwaterbereiding middels gas is een lucht/waterwarmtepomp. Bij dit type warmtepompen is een binnen- en een buitendeel benodigd waarbij het buitendeel warmte ‘gratis’ wint uit de buitenlucht. Figuur 2.7 toont een weergave van een buitendeel van een lucht/waterwarmtepomp. Dit buitendeel zorgt voor de bronwarmte van de warmtepomp.



Figuur 2.7 | Buitendeel van een lucht/waterwarmtepomp. Bron Nathan Projects.

Een speciaal vloeistof (koudemiddel) wordt in het buitengedeelte door buizen geleid. Een ventilator blaast de buitenlucht tussen de buizen door waardoor warmte uitgewisseld wordt met de buitenlucht. De speciale vloeistof heeft de eigenschap dat deze zelfs bij zeer lage buitentemperaturen (tot circa -10 °C) verdampt. Door de warmte-uitwisseling met de buitenlucht verdampt de vloeistof en transformeert deze in een gasvorm. Het gas wordt vervolgens door een compressor onder hoge druk gebracht, zo hoog dat de temperatuur oploopt tot ongeveer 50-80 °C. Via een leiding wordt dit hete gas naar het binnendeel van de warmtepomp gebracht. De warmte wordt vervolgens in het binnendeel via een warmtewisselaar overgebracht op het water ten behoeve van ruimteverwarming en tapwaterbereiding. Hierbij koelt het koudemiddel af. Via een drukventiel wordt de druk gereduceerd, zover dat het van gasvorm weer terugkeert in een vloeistof. Vervolgens begint het proces opnieuw en hiermee wordt de warmte volledig elektrisch opgewekt.

Een lucht/waterwarmtepomp verbruikt ongeveer één deel elektriciteit en haalt daarbij circa drie delen warmte “gratis” uit de buitenlucht. De elektriciteit wordt hierbij volledig omgezet in warmte en daarmee bedraagt de coëfficiënt of performance (COP) 4. COP is een term waarin het rendement van een warmtepomp wordt uitgedrukt. Figuur 2.8 toont het principe van de COP van een warmtepomp.



Figuur 2.8 | Principe coefficient of performance (COP).

Voor- en nadelen van een lucht/waterwarmtepomp

- **Investering (voordeel)**
Een lucht/waterwarmtepomp is een duur apparaat vergeleken met een cv-ketel. Bij een lucht/waterwarmtepomp is echter geen voorziening in de bodem benodigd. Hierdoor is de investering van een lucht/waterwarmtepomp relatief laag in vergelijking tot andere type warmtepompen.
- **Koeling (voordeel)**
Indien wordt overgestapt naar lage temperatuurverwarming kunnen lucht/waterwarmtepompen koeling leveren. Dit gebeurt middels hetzelfde apparaat en daar zijn naast het lage temperatuur afgiftesysteem verder geen aanpassingen voor benodigd.
- **Afgiftetemperatuur (nadeel)**
Een warmtepomp kan niet zoals een cv-ketel hoge temperaturen bereiden. De meeste warmtepompen kunnen maximaal 50 °C bereiken waarbij de warmtepomp veel elektriciteit verbruikt. Dit heeft invloed op zowel het verwarmen van de ruimtes als het bereiden van het tapwater. Er zijn tegenwoordig hoge temperatuur warmtepompen die een 70 °C kunnen leveren.
- **Ruimte in de woning (nadeel)**
Voor het bereiden van tapwater werkt een warmtepomp anders dan een cv-ketel. Voor warm tapwaterbereiding is een opslagvat nodig. Dit kan een los boilervat zijn of een geïntegreerd opslagvat. Dit opslagvat dient binnen de woning geplaatst te worden. Afhankelijk van het verwachte tapwaterverbruik kan dit opslagvat variëren tussen de 120 liter tot 500 liter. Het boilervat bij een warmtepomp is groter, omdat het vermogen van de warmtepomp lager is dan bij een gasketel. Een gasketel kan daarmee eenvoudig direct warm tapwater leveren, terwijl een warmtepomp een voorraad moet aanmaken voor bijv. douchegebruik. Figuur 2.9 toont enkele weergaven van binnendelen van lucht/waterwarmtepompen. Links een binnendeel met een geïntegreerd boilervat en rechts een los boilervat met een binnendeel.

Een boilervat van 200 liter is circa 1,5 tot 2 meter hoog en net zo breed en diep als een koelkast of wasmachine. De afmetingen worden groter naarmate een groter boilervat benodigd is. Het binnendeel van de warmtepomp zonder boilervat is ongeveer net zo groot als een cv-ketel echter een stuk zwaarder. Het binnendeel van de warmtepomp tezamen met het boilervat neemt aanzienlijk meer ruimte in beslag dan een cv-ketel.



Figuur 2.9 | Binnendelen warmtepomp. Links met een geïntegreerd boiler vat, rechts een losse binnendeel met een los boiler vat. Bron: Nathan Projects.

- Het gewicht (nadeel)
Daarnaast moet rekening worden gehouden met het gewicht. De warmtepomp zelf weegt circa 50 - 100 kg. Daar komt nog eens 200 kg bij van het water in het boiler vat (in geval van een 200 liter boiler vat). Dit grote gewicht houdt in dat het binnendeel van een warmtepomp niet zomaar op iedere vloer geplaatst kan worden of aan de wand gehangen kan worden.
- Buiten de woning (nadeel)
Eén van de grote nadelen van een lucht/waterwarmtepomp is het buitendeel. Deze wordt over het algemeen als niet mooi beschouwd en daarnaast produceert een buitendeel geluid. Met name in de zomer wordt dit geluid als hinderlijk ervaren. Tevens wordt het aanzicht in een woonwijk aangetast bij de plaatsing van buitendelen aan of om iedere woning.
- Werking bij koude buitentemperaturen (nadeel)
Een ander nadeel van lucht/waterwarmtepompen is het verbruik bij lage buitentemperaturen. Hoe kouder het buiten wordt, hoe lastiger de warmtepomp het krijgt om de gewenste temperaturen te bereiken. Om deze reden zijn lucht/waterwarmtepompen uitgerust met een elektrisch element. Dit element is vergelijkbaar met een grote waterkoker en deze ondersteunt de warmtepomp wanneer het koud wordt buiten. Het element begint te werken bij circa 5 °C en lagere temperaturen. Hierdoor daalt het rendement van de warmtepomp en gaat deze veel elektriciteit gebruiken. De elektriciteitsaansluiting in de woning dient hierdoor verzwakt te worden. Bij lage temperaturen gaat een gehele wijk aangesloten op lucht/waterwarmtepompen zeer veel elektriciteit verbruiken terwijl juist bij lage buitentemperaturen geen duurzame energie wordt opgewekt. De elektriciteitsaansluiting voor de gehele wijk dient om die reden tevens verzwakt te worden.

Daarnaast wint een warmtepomp zoveel warmte dat bij lage buitentemperaturen bevriezing kan optreden van het buitendeel. Om deze reden is een lucht/warmtepomp uitgerust met een anti-invriesregeling. Dit houdt in dat bij bevriezing het buitendeel verwarmd wordt met warmte gegenereerd door het elektrisch element en dit brengt een hoger verbruik met zich mee.

Afgifte op lage temperatuur

Zoals eerder aangegeven kan een lucht/waterwarmtepomp over het algemeen temperaturen bereiken tot maximaal 50 °C waarbij het rendement van de warmtepomp niet optimaal is. Om een goed rendement te behalen bedraagt de aanvoertemperatuur maximaal 35 - 40 °C. Dit is niet voldoende om de woningen in Rijnsaterwoude te verwarmen indien hoge temperatuurradiatoren gehandhaafd blijven. Hierdoor is bij overstappen naar een lucht/waterwarmtepomp een aanpassing

benodigd van het afgiftesysteem. Vloerverwarming is een vereiste om te kunnen verwarmen en dit betreft een zeer kostbare en ingrijpende aanpassing. Een mogelijk alternatief zijn lage temperatuur radiatoren. Deze radiatoren brengen echter ook kosten met zich mee en de vraag is of het gewenste comfortniveau hiermee bereikt kan worden. Een voordeel bij de overstap naar lage temperatuursystemen is de mogelijkheid tot koeling zoals eerder aangegeven. Een lucht/waterwarmtepomp heeft de mogelijkheid om actief koude te produceren echter verbruikt de warmtepomp hierbij veel stroom in vergelijking met bijvoorbeeld bodemwarmtepompen die passief koude leveren.

Een ander goedkoop alternatief zijn radiator boosters waarmee de warmteoverdracht van de radiator of convector wordt verhoogd. Dit zijn eenvoudige ventilators die werken op elektriciteit. Door het maken van een warmtetransmissieberekening kan onderzocht worden of er met een lage temperatuur verwarmd kan worden. Een andere mogelijkheid is om een winter lang de cv-temperatuur te verlagen en radiator boosters toe te passen om het warmtecomfort en de geluidsproductie te bepalen.

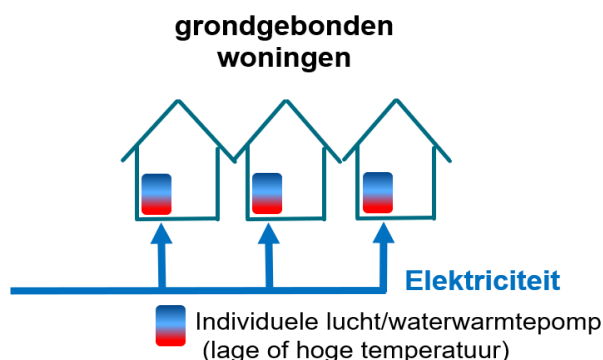
Afgifte op hoge temperatuur

Een recente ontwikkeling zijn hoge temperatuur lucht/waterwarmtepompen. Deze apparaten kunnen temperaturen bereiken tot maximaal 70 °C, waarbij expliciet vermeld moet worden dat het rendement lager ligt dan bij afgifte op lage temperatuur. Hiermee kunnen de huidige radiatoren behouden blijven. Er zijn echter niet veel warmtepompproducenten die dit type warmtepomp aanbieden. Toch kan dit een interessant alternatief zijn voor de gasgestookte cv-ketel. Door het niet hoeven aanpassen van de radiatoren in de woning is de verwachte investering relatief laag en minder ingrijpend. Koeling is niet mogelijk bij het handhaven van de huidige hoge temperatuur radiatoren.

Principetekening lucht/waterwarmtepomp

In Figuur 2.10 is het principe van een wijk op lucht/waterwarmtepompen weergegeven. Iedere woning kan worden losgekoppeld van het gasnetwerk en krijgt een eigen warmtepomp. De woningen worden volledig elektrisch verwarmd. In de winter zorgt de warmtepomp voor tapwater en ruimteverwarming. In de zomer worden de ruimtes over het algemeen niet verwarmd en voorziet de warmtepomp alléén in het warme tapwater. In de zomer kunnen de warmtepompen eventueel koeling leveren, echter is hier een lage temperatuur afgiftesysteem voor benodigd.

zomer/winter



Figuur 2.10 | Principetekening concept 2: lucht/waterwarmtepompen.

2.5 CONCLUSIE

Thermische energie uit oppervlaktewater in combinatie met een warmtenet en een warmte- en koudeopslag (WKO) is technisch haalbaar. Bij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) spelen de kenmerken van een gebied een belangrijke factor in de haalbaarheid van het concept. Het totale energieconcept beslaat uiteindelijk de gebouwen, het oppervlaktewater en de bodem.

- De warmtevraag van de gebouwen in Rijnsaterwoude is significant lager dan het beschikbare potentieel uit oppervlaktewater. Het is dus energetisch haalbaar om de gebouwen te verwarmen. Op basis van het woningbestand, bestaande bouw, is een aanvoertemperatuur van 70 °C voor nu de meest haalbare oplossing.
- Het oppervlaktewater is de bron van warmte. Om Rijnsaterwoude te kunnen verwarmen is minder dan 5% van het totale aanwezige warmtepotentieel in de Braassem benodigd ongeacht of de woningen wel of niet geïsoleerd worden. Deze is beschikbaar in de zomer en zal moeten worden opgeslagen in een warmte- en koudeopslag (WKO).

De bodem onder Rijnsaterwoude is qua opslagcapaciteit zeer geschikt voor een WKO. Dat betekent dat er veel warmte in één WKO opgeslagen kan worden. Het aantal benodigde WKO's is ingeschat op maximaal 2. Technisch is er voldoende ruimte beschikbaar voor de inpassing van 2 WKO-systemen.

3 Financiële haalbaarheid

Aan de hand van de technische analyse, beschreven in hoofdstuk 2 is de business case opgesteld. De investeringskosten (CAPEX), exploitatiekosten (OPEX), omzet en eventuele subsidies zijn inzichtelijk gemaakt. Daaruit volgt uiteindelijk een totaal project rendement (IRR) op basis van het total cost of ownership (TCO) principe. De IRR (internal rate of return) is het te verwachten rendement op een investering. De TCO geeft de totale kosten weer over een zeker projectlooptijd. Indien aannamen of kentallen gebruikt worden die niet afkomstig zijn uit hoofdstuk 2 zal dit expliciet vermeld worden.

3.1 BUSINESS CASE

3.1.1 Financiële analyse collectieve installaties

Uitgangspunten financiële analyse

Voor de financiële berekeningen is rekening gehouden met de energetische uitgangspunten weergegeven in Tabel 9.2 en de financiële uitgangspunten weergegeven in Tabel 9.3. Voor de genoemde uitgangspunten is 2019 als referentiejaar gebruikt.

Als referentiesysteem zijn 2 varianten gekozen (aangeduid als variant 2 en 3):

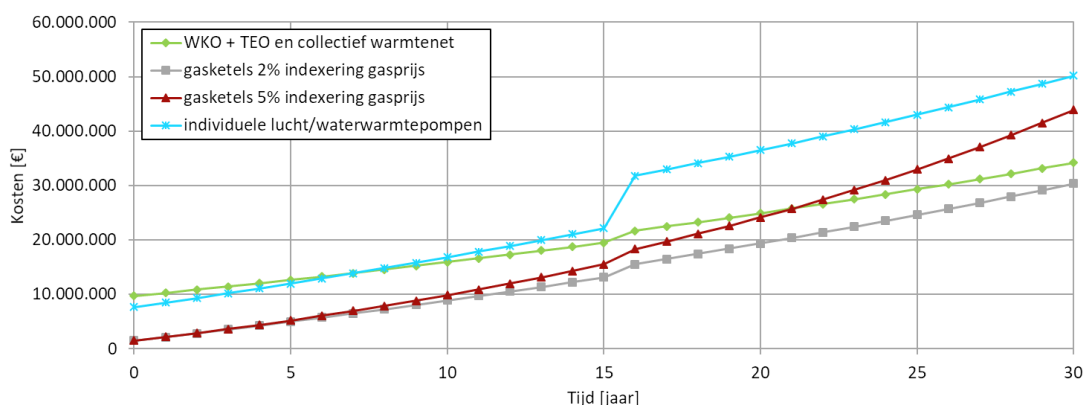
2. conventioneel: individuele gasketels;
3. all-electric: individuele lucht/waterwarmtepompen met een aanvoertemperatuur van 70 °C.

Total cost of ownership

Tabel 3.1 zijn de te verwachten kosten en baten inzichtelijk gemaakt. Deze zijn in Tabel 9.4 uitgesplitst in een aantal onderdelen. Alle genoemde bedragen zijn exclusief btw en gebaseerd op prijspeil 2019. Op basis van deze kosten en de financiële uitgangspunten wordt de total cost of ownership (TCO) van de systemen bepaald over een projectlooptijd van 30 jaar. Hierbij is indexering meegenomen in de kosten. De TCO zijn de zuivere kosten van het systeem zonder dat er al rekening is gehouden met een rendementsopslag van een partij die risico gaat dragen. Met de TCO van elk systeem is de terugverdientijd van WKO en TEO t.o.v. de referentiesystemen te herleiden. Een systeem wordt in deze context terugverdiend t.o.v. van een initieel goedkoper systeem door te besparen in de exploitatielasten. In Figuur 3.1 is de TCO grafisch weergegeven. In de TCO van de referentie met gasketels is met een gevoeligheid in de gasprijs gerekend. De ontwikkeling van de gasprijs is onzeker en van veel factoren afhankelijk. Enerzijds is met een standaard gemiddelde indexatie van 2% gerekend, anderzijds is met 5% indexatie gerekend conform de veronderstelde ontwikkeling gasprijs. De terugverdientijd van een collectieve WKO en TEO t.o.v. van een systeem met gasketels waarbij gas met 5% is geïndexeerd is circa 21 jaar.

Tabel 3.1 | Kosten collectieve WKO en TEO, individuele gasketels en individuele warmtepompen.

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet	2. individuele gasketels	3. all-electric individuele lucht/water-warmtepompen
CAPEX				
CAPEX	€	9.890.000	1.470.000	8.770.000
OPEX	€/jaar	560.000	660.000	820.000
subsidies	€	210.000	-	1.150.000



Figuur 3.1 | Total cost of ownership (TCO) collectieve WKO en TEO in vergelijking met de TCO individuele gasketels en TCO individuele lucht/waterwarmtepompen. WKO + TEO is na circa 21 jaar goedkoper dan gasketel met 5% indexering van de gasprijs.

Exploitatiemodel

Tabel 3.2 zijn de opbrengsten weergegeven die ten gunste zouden kunnen komen van een exploitant van een collectief warmtenet met WKO en TEO. De gehanteerde tarieven voor warmtelevering aan individuele afnemers zijn gelijkgesteld aan de maximum tarieven voor 2019 die de ACM elk jaar vaststelt.¹⁶ De exploitant is in deze context een partij die eigenaar is van het complete systeem en deze ook beheert. De exploitant zou een commerciële partij kunnen zijn, maar dit zou ook in een andere vorm kunnen worden georganiseerd, bijv. een energie coöperatie.

Het verschil tussen beide concepten zitten in de bijdrage aansluitkosten (BAK). Dit zijn eenmalige kosten die betaald moet worden om aangesloten te worden aan het systeem. In het exploitatiemodel kan een onrendabele top ontstaan, omdat de omzet vanuit de opbrengsten van warmte niet voldoende is voor een exploitant om de totale kosten van het systeem terug te verdienen. Oftewel de onrendabele top geeft aan dat de omzet die de afnemers van warmte betalen niet kostendekkend is voor de kosten van het totale systeem. Er is extra geld (BAK) of subsidie nodig om het geheel wel kostendekkend te krijgen. In Tabel 3.3 is het projectrendement en de benodigde bijdrage aansluitkosten (BAK) om het projectrendement te behalen weergegeven voor vijf varianten. Aan de ene kant van het spectrum staat een commerciële partij die de bewoners geheel ontzorgt en elke vorm van winst en risico voor zijn rekening neemt. Het

¹⁶ Bron: ACM. Warmtetarieven. Geraadpleegd op 27 januari 2019, van <https://www.acm.nl/nl/warmtetarieven>.

projectrendement dat daarbij hoort is 10%. Aan de andere kant van het spectrum staat een systeem dat voor 100% eigendom is van de bewoners. In dat geval is er geen risico en winstopslag berekend, omdat dit in principe een sigaar uit eigen doos zou zijn. Om in dat geval een projectrendement van 0% te halen over 30 jaar en daarmee kostendekkend te zijn is er een korting van 12% mogelijk op de maximumprijs voor warmtelevering vastgesteld door de ACM. Daartussenin zijn allerlei varianten mogelijk, die elk zijn eigen karakteristieken heeft.

Tabel 3.2 | Opbrengsten exploitatie WKO en TEO-systeem uitgaande van de maximale tarieven voor warmte in 2019 vastgesteld door de ACM.

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet
omzet		
warmte levering	€/jaar	660.000
vastrecht warmte	€/jaar	260.000
totaal	€/jaar	920.000

Tabel 3.3 | Financiële output business case. De benodigde BAK/subsidie is een bedrag dat benodigd is om een bepaald projectrendement te realiseren. Bij variant 5 is uitgegaan van de TCO van het systeem. Om een projectrendement van 0% te halen kan er een korting van 12% op de maximumprijs voor levering van warmte vastgesteld door de ACM worden gegeven.

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet				
variant		a	b	c	d	e
projectrendement (IRR)	%	10	6	2	1,5	0
benodigde BAK/subsidie	€/aansluiting	14.700	10.400	1.600	0	0
korting maximumprijs warmte ¹⁷	%	0	0	0	0	12%
netto contante waarde (NCW) ¹⁸	M€	1,8	0	-3,6	-4,2	-5,5

3.1.2

Financiële analyse business case bewoners/afnemers

Uitgaven voor de bewoners

Voor bewoners zullen de uiteindelijke uitgaven en kosten die gemaakt worden door henzelf het meest van belang zijn. Deze zijn inzichtelijk gemaakt in Tabel 3.4. In de tabel zijn de aanvangskosten per concept weergegeven. Dit betreffen de gemiddelde kosten per woning. In de praktijk kan het zijn dat de grotere woningen meer betalen en de kleinere woningen minder, dit in verband met verschil in de benodigde vermogens en/of tapwaterbehoefte. In het concept met de gasketels (referentie) is het uitgangspunt dat de cv-ketel bij aanvang vervangen dient te worden. Dit zal in de praktijk niet altijd het geval zijn echter geeft dit wel de beste vergelijking met de alternatieven. Voor het concept met gasketels zijn twee varianten met 2% en 5% indexering van de gasprijs weergegeven.

In concept 1e, 2 (a en b) en 3 bestaan de kosten bij aanvang uit het aanleggen en installeren van het systeem.

¹⁷ NMDA staat voor niet-meer-dan-anders. Verbruikers betalen niet meer dan een gemiddeld huishouden met een gasaansluiting betaalt voor gas.

¹⁸ De netto contante waarde is berekend met een disconteringsvoet van 6%. Dit is marktconform het eindadvies basisbedragen SDE+ 2019.

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Eindadvies%20basisbedragen%20SDE%202019.pdf>.

Voor de kosten bij aanvang van WKO + TEO en een collectief warmtenet zijn de vijf varianten uit Tabel 3.3 weergegeven. De variant met 0% projectrendement is vergelijkbaar met de TCO variant. De vijf varianten zijn bedoeld om de gevoeligheid van het projectrendement en daarmee indirect de organisatievorm van het systeem inzichtelijk te maken. In een verdiepende fase zal verder onderzocht moeten worden welke mogelijkheden er zijn.

Onder de aanvangskosten zijn verder de herinvesteringskosten na 15 jaar en de maandlasten bij de start van het project voor de bewoners weergegeven. Dit betreft dus alleen de maandlasten in het eerste jaar aangezien hierna de indexeringen op de kosten een rol gaan spelen. Verder dient vermeld te worden dat dit alleen de kosten zijn voor ruimteverwarming en warm tapwaterbereiding. Huishoudelijke elektriciteit is niet inbegrepen in dit maandelijkse bedrag. Hoewel de aanvangskosten, herinvesteringskosten en maandlasten aan het begin van het project een goed beeld geeft waar de bewoner rekening mee moet houden, geeft het nog geen duidelijk overzicht welk concept (en variant) nu voor de minste lasten zorgt. Daarom is als toevoeging in Tabel 3.4 de “integrale maandlasten” weergegeven. Dit geeft voor elke concept (en variant) de gemiddelde maandlast over 30 jaar weer, waarbij alle kosten zijn geïntegreerd.

Tabel 3.4 | Kosten voor de bewoners. Alle kosten zijn exclusief btw.

concept nr.		1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	3
naam concept		WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	ind-gas (2% indexatie)	ind-gas (5% indexatie)	individuele lucht- /waterwarmtepomp
rendementsopslag		10%	6%	2%	1,5%	0% = TCO	TCO	TCO	TCO
aanvangskosten per woning	€	14.700	10.400	1.600	0	18.130	2.690	2.690	16.060
herinvestering kosten na 15 jaar per woning	€	0	0	0	0	2.620	2.740	2.740	15.560
initiële maandlasten warmte per woning ¹⁹	€	140	140	140	140	85	100	100	125
integrale maandlast per woning ²⁰	€	235	220	200	195	175	155	225	255
score integrale maandlast	-	7	5	4	3	2	1	6	8

Op basis van de resultaten in Tabel 3.4 kan worden geconcludeerd dat voor de bewoners TEO t/m een projectrendement van 6% gemiddeld lagere maandlasten met zich mee brengt dan aangesloten blijven op gas als de gasprijs de komende jaren met 5% gaat stijgen. Volgens de huidige inzichten is het een realistisch scenario dat de gasprijs gaat stijgen. In de maandlasten zijn geen eventuele subsidies verwerkt, wat betekent dat de maandlasten in de toekomst lager kunnen zijn bij TEO als er subsidie beschikbaar komt.

¹⁹ Dit zijn de maandlasten voor de bewoner bij de start van het project.

²⁰ Dit zijn de gemiddelde maandlasten van de bewoner over een projectlooptijd van 30 jaar, waarbij de aanvangskosten, herinvesteringen en maandlasten inclusief indexering meegerekend zijn.

3.2 GEVOELIGHEIDSANALYSE EN BESCHRIJVING TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN

3.2.1 Optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen

In paragraaf 3.1 is de opzet van de business case voor heel Rijnsaterwoude beschreven. Daarin zijn een aantal basis uitgangspunten gehanteerd, waarvan in deze paragraaf de gevoeligheid is onderzocht. In deze paragraaf is de business case geoptimaliseerd en gefinetuned met de volgende twee parameters:

- 1 Warmtenet: In Figuur 9.8 is een warmtenet weergegeven die alle gebouwen in Rijnsaterwoude met elkaar verbindt. In Figuur 3.2 is deze figuur nogmaals weergegeven, maar is het warmtenet verdeeld in vier stukken. Een belangrijke voorwaarde voor een betaalbaar collectieve warmtevoorziening met een warmtenet is een hoge bebouwingsdichtheid. Oftewel een klein warmtenet met een hoge warmteafzet. Deel 1 en 2 bestaat uit een cluster woningen waar de bebouwingsdichtheid relatief groot is. Echter bestaat deel 3 en 4 uit lintbebouwing met vrijstaande woningen die relatief ver uit elkaar liggen. Dit zorgt ervoor dat er veel warmtenet nodig is voor een kleine warmteafzet. De investering is daardoor hoog ten opzichte van de opbrengsten. In de huidige paragraaf is de business case geoptimaliseerd door de dichtheid van het aantal aansluitingen op het warmtenet in een gebied te vergroten. In deel 3 zit nog een significante warmtevraag en is beperkt qua lengte. Deel 1, 2 en 3 zijn uitgewerkt voor één TEO-systeem. Deel 4 maakt geen onderdeel meer uit van de optimalisatie.
- 2 Isolatiemaatregelen: In Tabel 3.5 zijn de gemiddelde energiebesparingskosten per woning weergegeven om alle woningen minimaal naar label C te isoleren. De energiebesparingskosten zijn in paragraaf 3.1 nog niet geïntegreerd in de business case. In deze paragraaf worden de energiebesparingskosten wel geïntegreerd in de business case. Dit houdt ook in dat het warmteverbruik gaat afnemen door een gemiddeld verbeterde gebouwschil. Een afname van het warmteverbruik heeft invloed op de dimensionering en de kosten van alle systemen. Anderzijds gaat een bewoner ook minder warmte gebruiken en dus zullen de lasten lager worden. In de huidige paragraaf is de reductie in het warmteverbruik en het effect op de kosten inzichtelijk gemaakt. Ook in vergelijking met de business cases voor individuele gasketels en individuele lucht/waterwarmtepompen.



Figuur 3.2 | Warmtenet Rijnsaterwoude verdeeld in vier stukken. Deel 1 en 2 vormen een cluster van gebouwen. Deel 3 en 4 bestaat vooral uit lintbebouwing.

Tabel 3.5 | Minimaal benodigde energiebesparingskosten in Rijnsaterwoude om te verduurzamen naar label C.

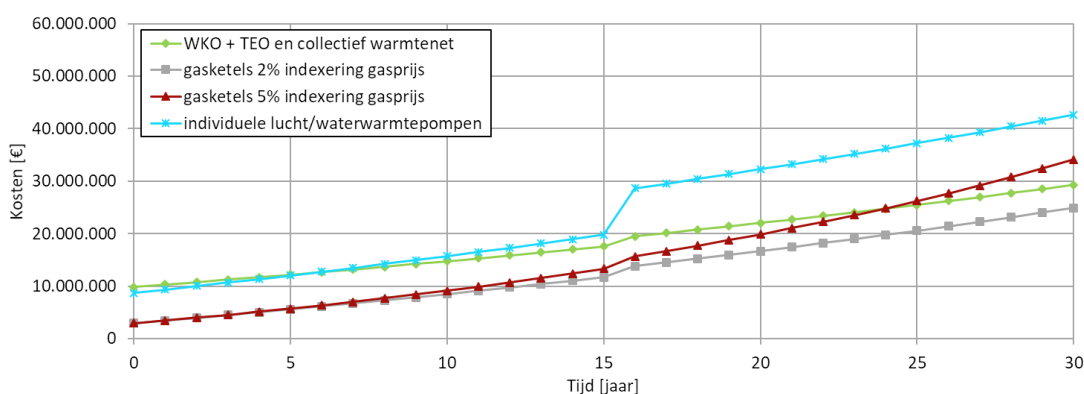
parameter	eenheid	waarde
naam		Rijnsaterwoude
energiebesparingskosten ²¹	€/woning	3.000
energiebesparingskosten totaal	€	1.545.000

Total cost of ownership bij optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen

De TCO berekening is met dezelfde methode als in paragraaf 3.1 uitgevoerd. In Tabel 3.6 zijn de te verwachten kosten en baten inzichtelijk gemaakt. In Figuur 3.3 is de TCO grafisch weergegeven. De terugverdientijd van een collectieve WKO en TEO t.o.v. van een systeem met gasketels waarbij gas met 5% is geïndexeerd is circa 24 jaar. T.o.v. Figuur 3.1 is te zien dat de totale kosten voor elk concept zijn gedaald door het warmtenet te optimaliseren en isolatiemaatregelen toe te passen. De TCO berekening is inclusief de isolatiemaatregelen van € 3.000,- per woning.

Tabel 3.6 | Kosten collectieve WKO en TEO, individuele gasketels en individuele warmtepompen bij optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen.

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet	2. individuele gasketels	3. all-electric individuele lucht/water-warmtepompen
CAPEX				
CAPEX	€	8.500.000	1.390.000	8.270.000
OPEX				
OPEX	€/jaar	440.000	580.000	630.000
subsidies	€	180.000	-	1.080.000



Figuur 3.3 | Total cost of ownership (TCO) collectieve WKO en TEO in vergelijking met de TCO individuele gasketels en TCO individuele lucht/waterwarmtepompen bij optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen. WKO + TEO is na circa 24 jaar goedkoper dan gasketel met 5% indexering van de gasprijs.

²¹ Energiebesparingskosten zijn de gemiddelde minimale kosten per woning om te verduurzamen naar label C. De gemiddelde kosten zijn gemiddeld over alle 491 woningen. Hiervoor is de Energiebesparingsverkenner (RVO) gebruikt. Bron: RVO. Energiebesparingsverkenner. Geraadpleegd op 27 januari 2019, van <https://energiebesparingsverkenner.rvo.nl/Verken/Verkenning>.

Exploitatiemodel

Dezelfde methode als in paragraaf 3.1 is toegepast op de business case waarbij optimalisatie van het warmtenet en isolatiemaatregelen in acht zijn genomen. In Tabel 3.7 en Tabel 3.8 zijn de resultaten van deze optimalisatie weergegeven voor WKO + TEO en een collectief warmtenet. De disconteringsvoet waarbij de som van de contante waarden van de toekomstige opbrengsten gelijk is aan de investering, heet de Internal Rate of Return (IRR). Dus bij een disconteringsvoet van 6% is de netto contante waarde van de cashflows gelijk aan 0 bij een IRR van 6%.

Tabel 3.7 | Opbrengsten exploitatie WKO en TEO-systeem uitgaande van de maximale tarieven voor warmte in 2019 vastgesteld door de ACM.

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet
omzet		
warmte levering	€/jaar	450.000
vastrecht warmte	€/jaar	240.000
totaal	€/jaar	690.000

Tabel 3.8 | Financiële output business case. De benodigde BAK/subsidie is een bedrag dat benodigd is om een bepaald projectrendement te realiseren. Bij variant 1e is uitgegaan van de TCO van het systeem. Om een projectrendement van 0% te halen kan er een korting worden gegeven van 2% op de maximumprijs voor levering van warmte vastgesteld door de ACM.

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet				
variant		a	b	c	d	e
projectrendement (IRR)	%	10	6	2	0,2	0
benodigde BAK/subsidie	€/aansluiting	15.000	12.000	5.300	0	0
korting maximumprijs warmte ²²	%	0	0	0	0	2%
netto contante waarde (NCW) ²³	M€	1,2	0	-2,5	-4,6	-4,8

Uitgaven voor de bewoners

Dezelfde methode als in paragraaf 3.1 is toegepast op de business case waarbij optimalisatie van het warmtenet en isolatiemaatregelen in acht zijn genomen. In Tabel 3.9 zijn de resultaten van deze optimalisatie weergegeven met de kosten voor de bewoners van elk concept (en variant). Daarnaast is ook de situatie zonder optimalisatie uit paragraaf 3.1 weergegeven en de besparing op de integrale maandlast met optimalisatie van het warmtenet en de isolatiemaatregelen.

Op basis van de resultaten in Tabel 3.9 kan worden geconcludeerd dat voor de bewoners TEO t/m een projectrendement van 4% gemiddeld lagere maandlasten met zich mee brengt dan aangesloten blijven op gas als de gasprijs de komende jaren met 5% gaat stijgen. Volgens de huidige inzichten is het een realistisch scenario dat de gasprijs gaat stijgen. In de maandlasten zijn geen eventuele subsidies verwerkt, wat betekent dat de maandlasten in de toekomst lager kunnen zijn bij TEO als er subsidie beschikbaar komt.

²² NMDA staat voor niet-meer-dan-anders. Verbruikers betalen niet meer dan een gemiddeld huishouden met een gasaansluiting betaald voor gas.

²³ De netto contante waarde is berekend met een disconteringsvoet van 6%. Dit is marktconform het eindadvies basisbedragen SDE+ 2019.

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Eindadvies%20basisbedragen%20SDE%202019.pdf>.

Tabel 3.9 | Kosten voor de bewoners bij optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen. Alle kosten zijn exclusief btw.

concept nr.		1a	1b	1c	1d	1e	2a	2b	3
naam concept		WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	WKO + TEO en collectief warmtenet	ind-gas (2% indexatie)	ind-gas (5% indexatie)	individuele lucht- /waterwarmtepomp
rendementsopslag		10%	6%	2%	1,5%	0% = TCO	TCO	TCO	TCO
aanvangskosten per woning ²⁴	€	18.000	15.000	8.300	3.000	19.500	5.700	5.700	19.060
herinvestering kosten na 15 jaar per woning	€	0	0	0	0	2.580	2.740	2.740	15.560
maandlasten warmte per woning	€	110	110	110	110	70	80	80	100
integrale maandlast per woning	€	205	195	175	165	160	135	185	230
score integrale maandlast	-	7	6	4	3	2	1	5	8
Vergelijking met maandlast zonder optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen (zie paragraaf 3.1)									
integrale maandlast per woning	€	235	220	200	195	175	155	225	255
score integrale maandlast	-	7	5	4	3	2	1	6	8
besparing bij optimalisatie	€	30	25	25	30	15	20	40	25

3.2.2

Gevoeligheidsanalyse

De business case kent enkele gevoeligheden. Deze aspecten zijn belangrijk, omdat kleine aanpassingen hierin al snel leiden tot grote verschillen over 30 jaar. De volgende parameters zijn onderworpen aan een gevoeligheidsanalyse:

- gasprijs indexering;
- elektriciteitsprijs indexering;
- inflatie;
- CAPEX;
- OPEX;
- omzet;
- BAK;
- aansluitpercentage.

Als base case is gekozen voor een project met een IRR (projectrendement) van 6% en een benodigde BAK/subsidie van 12.000 euro. In Tabel 3.10 zijn de parameters van de gevoeligheidsanalyse met de onderzochte bandbreedte en het resultaat op het projectrendement (IRR) weergegeven. In Figuur 3.4 zijn de gevoeligheden grafisch weergegeven in een tornado

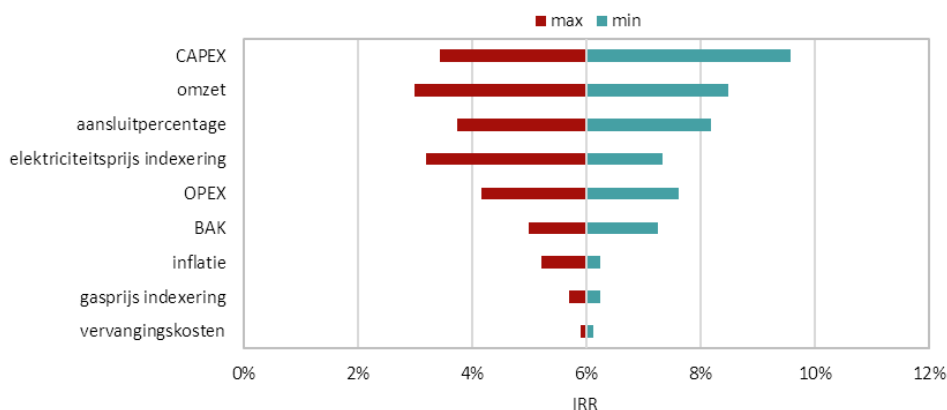
²⁴ De aanvangskosten zijn inclusief € 3.000,- per woning voor isolatiemaatregelen. Dit zijn de gemiddelde kosten per woning.

diagram. De gekozen bandbreedte heeft uiteindelijk een grote invloed op de spreiding van de IRR. Daarom geeft de tornado diagram vooral de gevoeligheid weer van een onafhankelijk parameter. De CAPEX (investeringen) laten de grootste spreiding zien. Terwijl de vervangingskosten en de gasprijs indexering een kleine spreiding laten zien. De elektriciteitsprijs indexering heeft een grotere invloed dan gas. Dit komt omdat in het project het elektriciteitsverbruik vele malen groter is dan het gasverbruik. Ook de invloed van de omzet speelt een belangrijke rol in het TEO verhaal. De omzet dekt namelijk voor een groot deel de investerings- en exploitatiekosten (CAPEX en OPEX). Hoe hoger de omzet, hoe lager de bijdrage aansluitkosten. Daarbij moet wel vermeld worden dat beide worden betaald door de gebruikers (de bewoners). Aan de andere kant is daarmee wel de invloed van een investeringssubsidie of een exploitatiesubsidie aangetoond, die in feite als omzet van het project of als vervanging van de OPEX gezien kan worden. Een toekomstige SDE++ subsidie kan een groot deel van de kosten van de business case dekken, waardoor de BAK voor de bewoners lager wordt.

Ondanks dat de gevoeligheidsanalyse geen resultaat geeft van de invloed op de BAK/subsidie of de invloed op de maandlasten voor de bewoner, is het wel mogelijk om daar een vergelijking mee te maken. In Tabel 3.9 staat voor verschillende projectrendement de maandlasten weergegeven. Hiermee kunnen de projectrendementen in Tabel 3.10 enigszins in perspectief worden geplaatst.

Tabel 3.10 | Parameters gevoeligheidsanalyse. Rel = relatief, abs = absoluut.

Bandbreedte gevoeligheden	base case	max	min	IRR base case	IRR max	IRR min
CAPEX	8,5 M€	+10% (rel)	-10% (rel.)	6,00%	3,43%	9,57%
omzet	690 k€	+10% (rel)	-10% (rel.)	6,00%	2,99%	8,48%
aansluitpercentage	100%	+10% (abs)	-10% (abs)	6,00%	3,73%	8,19%
elektriciteitsprijs indexering	2%	+2% (abs)	-2% (abs)	6,00%	3,20%	7,34%
OPEX	440 k€	+10% (rel)	-10% (rel.)	6,00%	4,16%	7,62%
BAK	12 k€	+10% (rel)	-10% (rel.)	6,00%	4,99%	7,26%
inflatie	2%	+2% (abs)	-2% (abs)	6,00%	5,21%	6,25%
gasprijs indexering	2%	+2% (abs)	-2% (abs)	6,00%	5,70%	6,24%
vervangingskosten	1,8 M€	+10% (rel)	-10% (rel.)	6,00%	5,90%	6,12%



Figuur 3.4 | Tornado diagram als resultaat van de gevoeligheidsanalyse van enkele parameters op het projectrendement (IRR).

3.3 FINANCIERING EN SUBSIDIES

3.3.1 Inleiding

Een positieve business case brengt geld op om onder meer terug te kunnen betalen wat op voorhand nodig was aan investeringen. Dit geld uit de business case komt langzaam binnen, verdeeld over heel veel jaren, en dus moeten de investeringen gefinancierd worden. Waar komt dat geld vandaan en waar gaat dat heen, of beter, naar wie gaat dat? Simpel antwoord op deze laatste vraag is de initiatiefnemer. Die moet bekend zijn voordat duidelijk kan worden waar het geld vandaan komt.

Financiers hebben een vertrouwde ontvanger nodig, willen zij geld kunnen geven. Om deze reden komt hierna eerst aan de orde wie de initiatiefnemers van de investering zijn, en hoe zij zich zo kunnen organiseren dat zij ook geld kunnen krijgen. Dat laten we volgen door een financieringsplan dat aangeeft welk geld in welke volgorde kan worden aangetrokken.

3.3.2 Initiatiefnemers en hun organisatie

Een systeem van TEO en WKO bestaat uit een warmtenet en opwekcapaciteit. De financiering daarvan hangt af van de te kiezen structuur, maar wat wordt hier bedoeld met structuur? Een heel simpel voorbeeld is dat een enkele publieke of private partij eenvoudig het geheel, netwerk en opwekinstallaties, bestelt en daarvoor betaalt. Deze partij geeft opdracht, wanneer deze denkt zich dit te kunnen veroorloven, omdat de business case van het geheel goed genoeg is.

Voor de overheid is dit voorbeeld veel te simpel, omdat deze niet snel de rol van energieproducent op zich zal nemen. Zij zal delen van het project tijdelijk ondersteunen, en misschien participeren in exploitatie van het netwerk. Er zijn overheden die ook participeren in productie, maar dat zijn er zo weinig dat die mogelijkheid hier achterwege blijft. Uitzonderingen zijn Stadsverwarming Purmerend en het bedrijf WarmteStad van de gemeente Groningen en het waterbedrijf Groningen.

Ook voor private partijen is het voorbeeld te simpel van een enkele partij die het warmtenet bestelt inclusief opwekinstallaties. Dit komt voor bij grote energiebedrijven met veel restwarmte en directe medewerking van een gemeente om dat te leveren aan een wijk, vaak een nieuwbouwwijk. Aangezien dit in de gemeente Kaag en Braassem niet voor de hand ligt, laten we ook deze mogelijkheid achterwege. Meestal zullen private partijen de risico's willen delen met anderen, waaronder andere private partijen, de bewoners en de overheid.

Nu de structuur dus niet bestaat uit een enkele opdrachtgever is een meer gemengde vorm aan de orde, zoals met meer private partijen, bewoners en de overheid. Zij zullen een organisatie moeten starten die geld kan aantrekken van deze partijen zelf en van andere financiers. Zeker voor overheden kan het een reden zijn om wel of niet mee te doen, wanneer er een splitsing is tussen netwerk en productie. Dan treedt een splitsing op in de structuur.

Zoals gezegd zijn overheden terughoudend in participatie in productie van energie. Misschien willen zij wel helpen bij enige financiering, maar deelnemen als partner komt hoogst zelden voor. Dat ligt anders bij het netwerk. Overheden zijn daar eerder bereid tot financiering en zelfs tot partnerschap. Dat betekent splitsing en dat is enerzijds goed nieuws voor de gehele business case en financiering. Een losstaand netwerkbedrijf is namelijk goedkoper te financieren en drukt daarmee de kosten van de gehele business case. Daarmee is ook het productie-onderdeel beter af

en dus eenvoudiger financieerbaar. Anderzijds zal extra coördinatie tussen netwerk en productie op de business case drukken, en sommige deskundigen wegen dit zwaar.

Hoewel splitsing ook in de gemeente Kaag en Braassem een optie kan zijn, geeft deze gemeente op dit moment geen signaal dat dit aan de orde is. Dat zou kunnen veranderen, en dan is bijvoorbeeld interessant om met bedrijven als Liander of Stedin in gesprek te gaan over een apart bedrijf voor het netwerk. In deze paragraaf echter gaan wij uit van een niet-gesplitste structuur. Gezien de business case is de verwachting dat geld nodig is van overheid, bedrijven, bewoners en private financiers. Waar komt dat vandaan en hoe kom je daaraan?

3.3.3 Subsidies en regelingen

Een overheidssubsidie of regeling is een geldbedrag, een extra fiscale aftrekpost of een vermindering van door het individu of bedrijf te betalen belasting. Een subsidie/regeling kan de behoefte aan financiering van een individu of bedrijf verlagen, en kan zorgen dat het voor een bank aantrekkelijker wordt om een krediet/lening aan een bedrijf of individu te verstrekken. Een overheid subsidieert uitsluitend projecten die bijdragen aan een algemeen belang. Een subsidie en/of regeling kunnen door verschillende overheidsniveaus worden verstrekt; lokale, regionale en nationale overheidsinstanties, en door intergouvernementele instellingen. Hieronder is een niet-limitatieve lijst opgenomen van subsidies en regelingen, gerangschikt naar overheidsniveau:

- Gemeente Kaag en Braassem:
 - Duurzaamheidslening
- Provincie Zuid-Holland:
 - Lokale initiatieven energietransitie
 - Kansen voor West II (EFRO)
- Rijksoverheid:
 - Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
 - > Investeringsubsidie duurzame energie (ISDE)
 - > Subsidie energiebesparing eigenhuis voor VvE
 - > Stimulering Duurzame Energieproductie + (In de toekomst SDE++)
 - > Hernieuwbare energie (Topsector Energie)
 - Belastingdienst
 - > Energie-investeringsaftrek (EIA)
- Intergouvernementeel
 - European Investment Fund
 - > European Local Energy Assistance (ELENA)
 - European Regional Development Fund (ERDF)

Zie bijlage 9.3 voor een toelichting op deze subsidieregelingen, en enkele andere die hierboven niet zijn vermeld, omdat ze naar onze mening op het OWO-initiatief niet van toepassing zullen zijn.

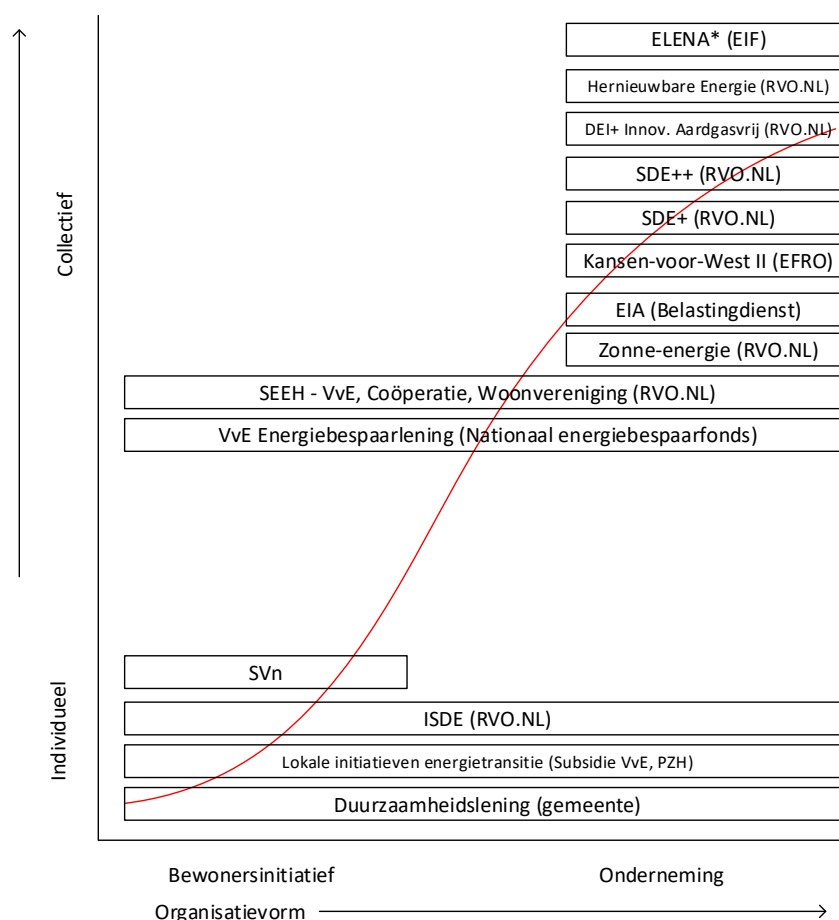
Afwegingskader

In Figuur 3.5 is een overzicht gemaakt van een niet-limitatieve lijst subsidies en regelingen, geplot met een as 'organisatievorm' en 'investeringsschaalgrootte'. Het financieren van het OWO-initiatief kent vele opties, waarbij organisatievorm en investeringsschaalgrootte in oogschouw genomen moeten worden. Deze twee assen bepalen in grote mate welke financieringsopties beschikbaar zijn. Dit bepaalt mede hoe financieringsbehoefte het OWO-initiatief in eerste instantie zal worden. Is het

OWO-initiatief in staat om in een vroeg stadium subsidies en regelingen te bemachtigen, dan wordt zijn financieringsbehoefte of lager en/of komt zijn financieringsbehoefte pas in een later stadium naar voren.

Figuur 3.5 leest als volgt: er zijn enkele subsidies en regelingen beschikbaar voor of op individueel, of op collectieve investeringsschaal, en deze subsidies en regelingen zijn niet afhankelijk van de organisatievorm. Deze subsidies en regelingen zijn no regret maatregelen en dus interessant voor OWO om direct in te verdiepen. Er zijn subsidies en regelingen die alleen voor ondernemingen beschikbaar zijn en deze hebben tevens een collectieve investeringsschaalgrootte. Dit type subsidie en regeling is pas interessant nadat het OWO-initiatief is geformaliseerd tot een onderneming en op grote schaal een opgave wil oppakken.

Wanneer het OWO-initiatief wordt geformaliseerd tot een onderneming, is nog onduidelijk. Feit blijft wel dat het merendeel van de financieringsbronnen pas relevante opties worden zodra een onderneming is opgericht. Gezien de voorliggende opgave (technische complexiteit en financiële schaalgrootte), is het niet ondenkbaar dat in een vroeg stadium een onderneming wordt opgericht om, aanvullend op eigen kapitaal, aanvullend kapitaal aan te kunnen trekken.



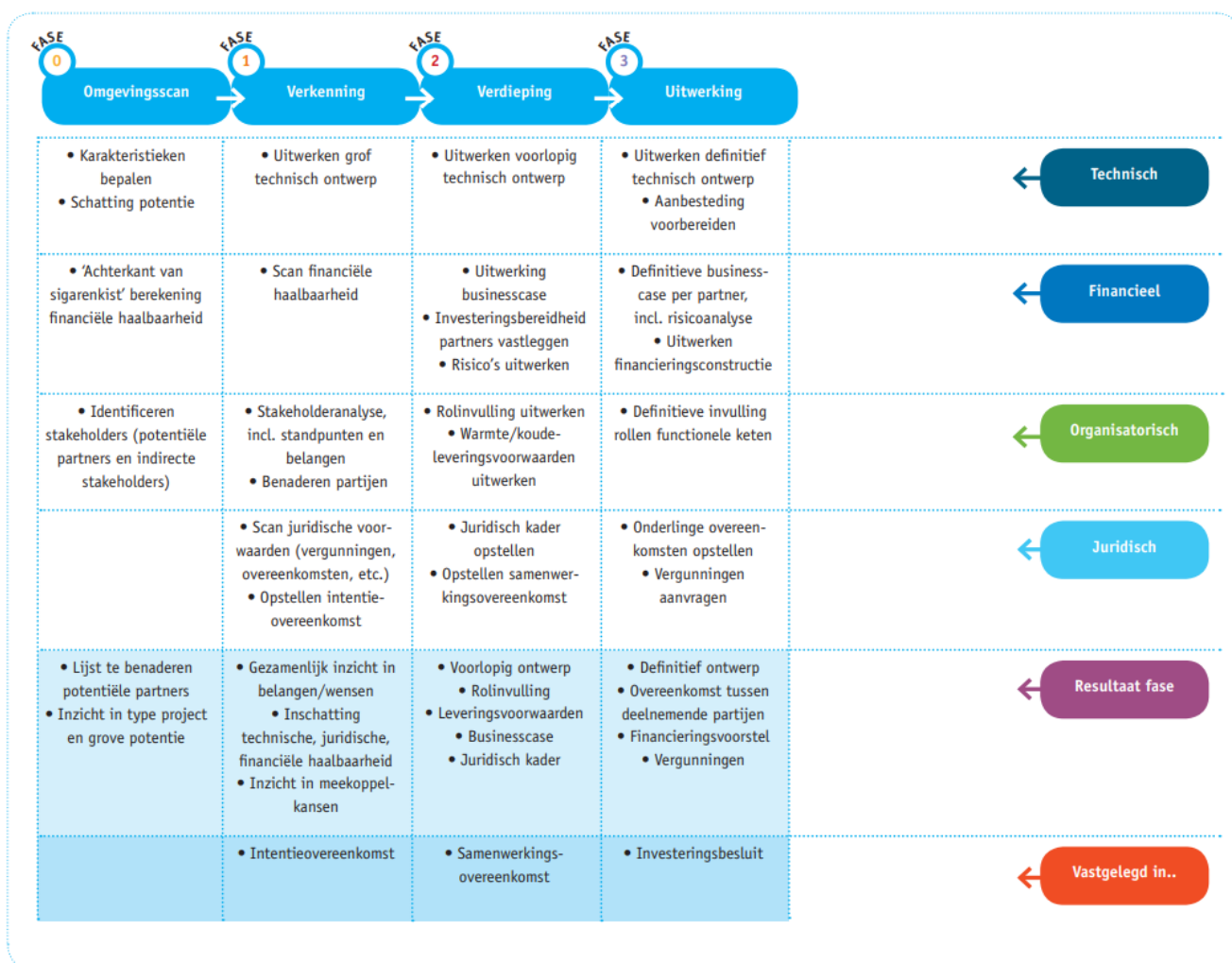
Figuur 3.5 | Globaal overzicht van subsidies en regelingen die van toepassing zijn op organisatievorm i.c.m. investeringsschaal.

3.3.4 Financieringsplan collectieve installaties

Met welk financieringsplan kunnen de partijen aan de slag die interesse hebben in WKO en TEO in Rijsaterwoude? Beantwoording van deze vraag begint met vaststelling van het feit dat een quickscan en haalbaarheidsstudie al zijn gefinancierd. Daarmee willen wij erop wijzen dat dit twee stappen zijn in een plan van vier stappen, zie Figuur 3.6 hieronder, het overzicht van vier fasen tot projectrealisatie. Als eerste is aan de orde de financiering van de beide laatste stappen, verdieping en uitwerking. Daarna is de financiering van de eigenlijke investering aan de orde.

Verdieping en uitwerking

Om deze twee stappen te financieren kunnen diverse subsidies dienen, maar subsidieverstrekkers zullen vaak inbreng vragen van eigen geld van de initiatiefnemers. Bovendien zullen verstrekke eisen dat de initiatiefnemers goed georganiseerd zijn, in een bedrijf of stichting bijvoorbeeld. Dat hebben wij hierboven reeds aan de orde gesteld bij de organisatie van de initiatiefnemers. Aangenomen dat zij goed genoeg georganiseerd zijn om subsidies te kunnen ontvangen, moeten zij in staat zijn om een financieringsplan te kunnen opstellen.



Figuur 3.6 | Overzicht van 4 fasen van projectrealisatie. Uit Stowa Handreiking Aquathermie, pag. 6.

Financieringsplan van de investering in WKO en TEO

Eigen vermogen

Voornaamste stap om de investering in WKO en TEO te organiseren is het opzetten van een organisatie van initiatiefnemers. Zij zullen het eigen vermogen moeten opbrengen en het vreemd vermogen moeten binnenhalen. Cruciaal bij het opzetten van een financieringsplan is de verdeling tussen eigen vermogen en vreemd vermogen, en de herkomst daarvan. Op basis van een vergelijking met andere projecten gaan wij uit van 30% eigen vermogen (zie Tabel 3.11).

Aangenomen dat 10 miljoen euro nodig is, zullen de initiatiefnemers daarvan 3 miljoen euro zelf moeten opbrengen. Wie zijn de initiatiefnemers en hoe gaan zij dat verdelen? Tot de initiatiefnemers rekenen we in elk geval de bewoners van Rijsaterwoude. Een deel daarvan huurt bij corporatie Woondiensten Aarwoude en deze kan zich bij de initiatiefnemers voegen. Ook is de overheid een niet onaannemelijke partner; gezien vergelijkbare voorbeelden is dit de gemeente, niet de provincie. Verder zijn als partners niet onaannemelijk netwerkbedrijven als Liander, Stedin of Enexis. Ook verwachten wij interesse van energiebedrijven als Eneco, Ennatuurlijk, Enpuls, Firan, HVC, Gasunie New Energy, NUON, MPD Groene Energie, Uniper (voorheen E.On) Benelux.²⁵ Waterbedrijven als Waternet, Dunea en Brabant Water voegen zich ook in dit rijtje. In Kaag en Braassem levert Oasen het water en deze partij is nog niet echt actief op energieterrein.

Tabel 3.11 | Aandeel eigen vermogen in andere projecten.

project	eigen vermogen	informatie
Groen WarmteNet Limburg	20 tot 25%	https://energiekaart.net/initiatieven/groen-warmtenet-limburg
Warmtenet Hengelo	37,5%	https://www.hengelo.nl/Pdf_internet/BestuurOrganisatie/Raad/2012/Stukken_Corsanummer/11G201832_Bedrijfsplan_Warmtenet_deel_B.pdf
Warmtestad Groningen	30%	https://gemeente.groningen.nl/sites/default/files/8a.%20Getrapte%20besluitvorming%20Warmtenet%20Noordwest%20memo%20rv.pdf
Hoogeveen	30%	https://www.google.com/search?q=eigen+vermogen+warmtenet&client=firefox-b-d&ei=JG3AXJO-OJK1sAfxvongCw&start=40&sa=N&ved=0ahUKEwiT4KKL8-jhAhWSGuwKHXFfArw4HhDw0wMlgE&biw=1280&bih=607
Energiefonds Brabant	20 - 40%	http://www.bort.nl/Pdf%20tbv%20site/Introductie%20Energiefonds%20Brabant%20-%20presentatie%20BOM.pdf

Idee is dat bovenstaande partijen mee kunnen doen als initiatiefnemer. Zij verstrekken daarmee risicodragend kapitaal. Zij gaan als een investeerder dezelfde risico's lopen als de overige initiatiefnemers: draait het bedrijf winst, dan maakt een investeerder winst; maakt het bedrijf verlies, dan maakt een investeerder verlies. Zij doen mee op basis van expertise binnen de energiesector. Daarnaast is nog deelname denkbaar van ondernemingen die gespecialiseerd zijn in het verstrekken van risicodragend kapitaal. Dit kunnen investeringsmaatschappijen (venture capitalists) zijn, maar ook participatiemaatschappijen, beursgenoteerde beleggingsinstellingen en bijzondere fondsen. Hun betrokkenheid bij WKO en TEO is niet gedocumenteerd, dus we durven hierover in dit stadium geen uitspraken te doen. Om dezelfde reden durven wij geen uitspraken te doen of investeerders bereid zijn een lager rendement te accepteren, omdat zij met TEO voorop willen lopen.

²⁵ <https://warmtenetwerk.nl/leden/?t=exploitant-warmtenet-warmteproducent&v&b>

Verstrekken van vreemd vermogen verwachten een aanzienlijk aandeel van vertrouwde partijen. Dat zijn in bovenstaande opsomming allen behalve de bewoners georganiseerd door OWO, omdat deze nieuw en onbekend is. Tegelijk zullen deze partijen graag zien dat de bewoners substantieel meedoen, en niet als laatste. Het financieringsplan start derhalve bij de twee meest betrokken partijen, OWO en gemeente, als deze laatste mee wil doen. Zij hebben beide huiswerk te doen om Woondiensten Aarwoude over de streep te trekken. Brengen zij samen een miljoen euro op, dan zou ook een miljoen euro verwacht kunnen worden van een netwerkbedrijf en van een energiebedrijf.

Wij houden het hier simpel op een verdeling van drie keer een miljoen; tot meer detail zijn we in deze haalbaarheidsstudie niet in staat, ook niet bij de verdeling tussen contante inbreng en achtergestelde lening. Ook treden we niet in detail bij de verdeling tussen OWO, gemeente en hopelijk Woondiensten Aarwoude. Stel dat zij 'hun miljoen' gelijk verdelen, dan moeten de bewoners ruim 3 ton zelf opbrengen. Nu het initiatief is gestart bij OWO en deze organisatie ervoor staat om de vaart erin te houden, is het een interessante opgave voor OWO of een ander bewonerscollectief om voorop te **lopen en crowdfunding te starten** onder bewoners van Rijnsaterwoude.

Aandelen

Het eigen vermogen kan verzameld worden door verkoop van aandelen in de rechtspersoon die de initiatiefnemers hebben opgericht. Dit moet dan wel een rechtspersoon zijn die aandelen kan uitgeven, dus een coöperatie, BV of NV. Lastig is dat dit een financieel product is waarover de rechtspersoon een rendement moet beloven, en daarvoor is het nu nog veel te vroeg. In dit stadium zullen partijen het moeten doen met toezeggingen, en die zijn niet hard.

Afnamegarantie

Een lastige horde om te nemen, is het garanderen dat WKO en TEO in Rijnsaterwoude voldoende klanten zullen krijgen. De Handreiking TEO van Stowa spreekt op pag. 24 van het volloopriscico: "zeer bepalend is de dichtheid onder afnemers en de afstand van deze afnemers tot de bron. De snelheid en zekerheid waarmee afnemers worden aangesloten (invloed van nieuwbouw of enkele grote spelers) is sterk van invloed op het risicoprofiel en op de haalbaarheid van het project." Beperking van dit risico kan volgens deze handreiking door "afnemers vroeg in het proces te betrekken en afname contractueel vast te leggen voor de investeringsbeslissing." Naast crowdfunding zal dit waarschijnlijk het grootste huiswerk worden van OWO en zijn partners. Ook na lang zoeken is nergens in de literatuur een percentage te vinden van de participatiegraad die investeerders nodig achten om in te stappen. In de 'wandelgangen' lopen de schattingen uiteen van 60 tot wel 90%. Navraag bij TNO leverde 'niet-gedocumenteerd' een percentage op van 80%.

Vreemd vermogen

Vreemd vermogen zijn de verplichtingen of schulden die een bedrijf heeft ten aanzien van derden. Dit houdt in dat een bedrijf geld zal moeten betalen voor ontvangen leningen, diensten en/of goederen. Waar kunnen de initiatiefnemers vreemd vermogen vandaan halen? Publiek geld is er in de vorm van garanties, leningen en subsidies, en privaat geld is er ook in de vorm van leningen. De lijst met subsidies behandelen wij hierboven, waaronder subsidies bedoeld voor investeringen zoals WKO en TEO. Een garantiefonds voor warmtenetten is er (nog) niet, maar de initiatiefnemers kunnen wel verzoeken aan de gemeente om zich garant te stellen, dan wel een achtergestelde lening te verstrekken, mogelijk renteloos. Een subsidie van de gemeente is er niet, wel van andere overheden,

zie boven. Enkele daarvan, zoals ELENA, geven argumenten om te splitsen tussen warmtenetwerk en opwekinstallaties; nadere bestudering daarvan overschrijdt het doel van deze haalbaarheidsstudie.

Wie zijn de private financiers van TEO en WKO, of met iets meer detail, wie willen daarvoor langlopend commercieel geld lenen? Simpel gesteld zijn banken bereid om WKO te financieren, maar zijn ze dat al bij TEO, en zijn er andere financiers? Stowa (Handreiking Aquathermie pag. 63) stelt dat TEO een variant is op WKO en dat daarom banken niet veraf zullen staan van financiering. Het vermelden waard is hier een lening uit het Duurzaamheidsfonds van BNGBank, zie <https://svn.nl/overheden/onze-fondsen/bng-duurzaamheidsfonds>.

Meer onderbouwing van leningen door banken kunnen wij op dit moment niet geven, ook niet ten aanzien van institutionele beleggers, beleggingsfondsen. Van deze laatste is bekend dat zij beleggen in woningen met WKO, maar dat is slechts een indirecte belegging in WKO. Institutionele beleggers, beleggingsfondsen worden opgeroepen om daarin ook direct te beleggen, maar dat is geen aanwijzing dat zij in TEO zullen beleggen.

Conclusie financieringsplan

Figuur 3.6 geeft aan dat het gehele project zich momenteel bevindt in Fase 1, de verkenning. Daarin wordt onder meer de financiële haalbaarheid vastgelegd, zie vorig hoofdstuk over de business case. Fase 2 betreft de verdieping en financieel moet dan de bereidheid van partijen gepeild worden om in te stappen. Daarop kunnen de initiatiefnemers nu reeds anticiperen. Zij kunnen vooruit kijken naar samenwerkingsovereenkomsten waarin diverse partijen toezeggen geld vrij te zullen maken. Dat zijn de partijen die het eigen vermogen kunnen leveren: bewoners, corporatie, gemeente, netwerkbedrijven, energiebedrijven. Als dat lukt, dan kunnen zij vreemd vermogen gaan aantrekken, maar dan zitten we al in Fase 3, de uitwerking.

Fase 1 eindigt met een Intentieovereenkomst. Dat markeert het moment waarop de initiatiefnemers hun geloof in de haalbaarheid moeten uitspreken. Dan kunnen zij in deze overeenkomst vastleggen dat zij willen voldoen aan voorwaarden die aan hen gesteld zullen worden in Fase 2, en met een vooruitblik op Fase 3. Dit zijn vooral voorwaarden om publiek geld te kunnen aantrekken om Fase 2 te kunnen betalen. Dit publieke geld bestaat uit subsidies die vooral te vinden zijn aan de rechterzijde van het schema in figuur 3.4.

Kijkend naar de voorwaarden lijkt kansrijk voor Fase 2 een aanvraag binnen de subsidieregeling van de provincie Lokale initiatieven energietransitie, en een aanvraag binnen de regeling DEI+, hoewel daar betrokkenheid is vereist van een ondernemer. Dit mag echter een innoverende ondernemer zijn die met de andere initiatiefnemers geldt zoekt voor het verder verdiepen van de business case. Alle overige regelingen, zoals EFRO en SDE++, eisen ook betrokkenheid van ondernemers, maar die zullen betrokken zijn als ontwikkelaar en/of toekomstig exploitant. Zouden dergelijke ondernemers nu al te vinden zijn, dan is ook denkbaar om Fase 2 en 3 bij elkaar te nemen. Beide worden dan gefinancierd door deze ondernemers, die bovendien samen met de andere initiatiefnemers subsidie kunnen aanvragen binnen regelingen als EFRO en vooral SDE++. In het conceptadvies SDE++ 2020 (Stimulering Duurzame Energie) is TEO (onder aquathermie) voorlopig opgenomen. In de resterende maanden van 2019 zal moeten blijken of aquathermie definitief wordt opgenomen in de SDE++ 2020.

Naar blijkt is een belangrijke voorwaarde om subsidies te kunnen gaan ontvangen het hebben van een onderneming, of samenwerken met ondernemers, en dat zal onderwerp van de

Intentieovereenkomst zijn. Andere voorwaarde voor diverse subsidies is het inbrengen van eigen geld. Dat kan komen van bewoners, van de gemeente en van eerste private partijen die bereid zijn om in deze Fase 2 al in te stappen. Zij worden samen met bewoners en gemeente partij in de Intentieovereenkomst.

3.3.5 Investerings en maandlasten afnemers²⁶

De investeringen en maandlasten van de afnemers, lees bewoners, zijn hierboven berekend in paragraaf 0. Hoe financieren zij deze? Contant als daarvoor het geld is, hoewel jammer is om geen subsidie te gebruiken, als die er is. Dat geldt ook bij het afsluiten van een consumptieve of hypothecaire lening. De subsidies staan hierboven, en contante betaling heeft geen toelichting. Vandaar aandacht hieronder voor de lening en de hypotheek, hoewel over contante betaling nog wel een interessante opmerking te maken is. Het rendement op spaargeld is momenteel lager dan 1%. Het rendement van bijvoorbeeld spouwmuurisolatie is vergelijkbaar met een rente van 10% op een spaarrekening. Dus het loont om spaargeld te gebruiken voor energiebesparende maatregelen.

Consumptieve lening

In principe heeft een lening ook geen toelichting, behalve dat er verschillende leningen zijn die speciaal bedoeld zijn voor verduurzaming van energiegebruik. Gunstige doorlooptijden, rente en voorlichting kunnen deze aantrekkelijk maken. De volgende leningen zijn het vermelden waard:

- Duurzaamheidslening van SVn: <https://svn.nl/lening/Kaag%20en%20Braassem/svn-persoonlijke-lening/13972>.
- Energiebespaarlening van het Nationaal Energiebespaarfonds, ook voor nieuwbouw en VVE: www.energiebespaarlening.nl.
- Lening van Greenloans: www.greenloans.nl (ABNAMRO).

Hypothecaire lening

Hoe langer hoe meer banken erkennen dat de geldstroom van de huiseigenaar gunstiger wordt wanneer hij op energie bespaart. Om die reden wil de bank daarvoor geld lenen door middel van aanpassing van een bestaande hypotheek, of bij het aangaan van een nieuwe hypotheek. Bij het afsluiten van een hypotheek kan een koper sinds 2013 maximaal 106% van de woningwaarde lenen om zijn nieuwe huis energiezuinig te maken, maar niet elke hypotheekverstrekker werkt hieraan van harte mee.²⁷ Denk bij maatregelen aan HR-ketel, warmtepomp, zonneboiler, pv-panelen, spouwmuurisolatie, dakisolatie, vloerisolatie, HR++ beglazing. De details van de voorwaarden gaan hier te ver, maar het vermelden waard is dat het maximumbedrag € 9.000,- is. Zie voor verder toelichting de website van de Vereniging Eigen Huis: www.eigenhuis.nl/besparen/energie-besparen/geld-lenen-voor-energiebesparing#/greenloans.

3.4 CONCLUSIE

De totale kosten omgerekend naar maandlasten voor de bewoner van TEO lijken vergelijkbaar met de huidige situatie met individuele gasketels. Een grote variabele en onzekerheid daarin is de ontwikkeling van de gasprijs. Bij de verwachte ontwikkeling van de gasprijs voor de komende 15 jaar, is TEO volgens de huidige berekeningen goedkoper. Dat neemt niet weg dat er een grote investering noodzakelijk is bij een TEO-systeem, die gefinancierd moet worden. De gevoeligheidsanalyse toont aan dat de investeringskosten en het aansluitpercentage een risico met

²⁶ www.eigenhuis.nl/besparen/energie-besparen/geld-lenen-voor-energiebesparing

²⁷ www.eigenhuis.nl/actueel/nieuws/2018/07/23/06/15/helpt-geldvertrekkers-frustreert-energiebesparing

zich meebrengen. Een investerings- of exploitatiesubsidie kan daarbij het risico wegnemen, de kosten verlagen en het draagvlak bij de bewoners vergroten.

Als dan wordt aangenomen dat TEO de meeste meerwaarde biedt, willen bewoners daaraan niet te veel geld kwijt zijn. Dit betekent niet meer rente betalen dan nodig, geen subsidies mislopen, en ook niet inkomsten mislopen van het bedrijf dat TEO gaat exploiteren. Het overzicht van fasen van projectrealisatie, Fig. 3.5, geeft aan dat tot de 3^e en laatste fase behoort om een financieringsconstructie op te zetten. Deze is gebaseerd op een definitieve business case per partner, inclusief risicoanalyse. Dat is het moment om ook voor de bewoners duidelijk te maken hoe zij zowel hun betaling, als hun risico's kunnen spreiden. Dit betreft betaling aan TEO, en het risico daarvoor te weinig terug te krijgen. Daarnaast zal een belangrijk deel van de bewoners nog hun woning moeten aanpassen; idee is dat je daarmee nooit lang genoeg kunt wachten, omdat je de wachttijd nooit terugverdient.

4 Juridische haalbaarheid

In dit hoofdstuk is het relevante wettelijke kader voor de benodigde onderdelen bij thermische energie uit oppervlaktewater beschreven. De onderdelen zijn ingedeeld in vijf subsystemen zoals beschreven in paragraaf 2.4.2 en weergegeven in Figuur 2.5.

4.1 JURIDISCHE KADER EN VERGUNNINGEN

Oppervlaktewatersysteem (TEO)

Voor het realiseren van oppervlaktewatersysteem (TEO-systeem) gelden in ieder geval de volgende zorgplichten, meldplichten en vergunningplichten:

- Zorgplicht oppervlaktewater onttrekken:
 - In artikel 3.1 Keur van Rijnland staat aangegeven dat er een zorgplicht is voor onttrekken van oppervlaktewater. De zorgplicht houdt in dat er zorgvuldig gewerkt moet worden en schade aan het watersysteem wordt voorkomen (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Zorgplicht oppervlaktewater lozen:
 - In artikel 3.1 Keur van Rijnland staat aangegeven dat er een zorgplicht is voor lozen van oppervlaktewater. De zorgplicht houdt in dat er zorgvuldig gewerkt moet worden en schade aan het watersysteem wordt voorkomen (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Watervergunning object plaatsen:
 - In artikel 3.3 lid 1 onder e Keur van Rijnland staat dat het plaatsen van een object in een beschermingszone, dan wel de kernzone tot aan de waterlijn van een hoofdwatgang vergunningplichtig is. Het inlaat- dan wel uitlaatsysteem voor onttrekking en lozing van oppervlaktewater is een dergelijk object. De doorlooptijd van de vergunning is circa acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Watervergunning en zorgplicht kabel of leiding:
 - In artikel 3.3 lid 1 onder h Keur van Rijnland staat dat mediumvoerende leidingen in de kern- of beschermingszone van een waterkering met een diameter groter dan 63 mm vergunningplichtig zijn. Voor de transportleiding tussen het oppervlaktewater en de technische ruimte is een leiding nodig met een diameter van minimaal 63 mm. De doorlooptijd van de vergunning is circa acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).
 - Voor een leiding met een diameter kleiner dan 500 mm geldt een zorgplicht in het buitenbeschermingsgebied van een waterkering. Rijsaterwoude ligt bijna in zijn geheel in een buitenbeschermingsgebied van een waterkering (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Watervergunning bouwen:
 - In artikel 3.3 lid 1 onder l Keur van Rijnland staat dat het bouwen in de kern- en beschermingszone van waterkeringen vergunningplichtig is. De doorlooptijd van de vergunning is circa acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Algemene regel grond verzetten met maatwerk:
 - In artikel 3.2 lid 2 onder m Keur van Rijnland staat dat grond verzetten in de kern- en/of beschermingszone van waterkeringen bij een tijdelijke sleuf voor het aanleggen van kabels en leidingen de algemene regel geldt. Daarbij moet worden voldaan aan de algemene regel grond verzetten en er moet maatwerk worden aangevraagd. De algemene regel grond

verzetten met maatwerk is te vinden in hoofdstuk 20.4 artikel 5 Uitvoeringsregels Keur van Rijnland. Met maatwerk vraag je toestemming om voor één of meerdere voorwaarden af te wijken van de Algemene regel Grondverzet. De doorlooptijd van maatwerk is acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).

- Omgevingsvergunning/aanlegvergunning kabels en leidingen:
 - Voor het plaatsen van ondergrondse kabels en leidingen in de openbare ruimte is op grond van artikel 2 sub 18 onder d van Bijlage II bij het Besluit Omgevingsrecht geen omgevingsvergunning voor bouwen en gebruiken vereist. Op grond van het ter plaatse geldende bestemmingsplan kan wel een omgevingsvergunning voor het uitvoeren/aanleggen van het werk nodig zijn (artikel 2.1 lid 1 onder b Wet algemene bepalingen omgevingsrecht). In de aanvraag dient middels maatvoering het exacte tracé aangegeven te worden (bevoegd gezag: gemeente Kaag en Braassem).
- Huurovereenkomst Rijnland:
 - Er is een huurovereenkomst nodig van het waterschap omdat er gebruik gemaakt wordt van het eigendom van Rijnland. Voor het gebruik van het eigendom wordt een tarief betaald. In titel 4 (afdelingen 1 t/m 4) boek 7 Burgerlijk Wetboek is geregeld welke wettelijke bepalingen gelden voor de huur van grond.

Open bodemenergiesysteem (WKO)

Voor het realiseren van een open bodemenergiesysteem (WKO) gelden in ieder geval de volgende zorgplichten, meldplichten en vergunningen:

- Vergunning Waterwet (open bodemenergiesysteem):
 - Voor het onttrekken en retourneren van grondwater is een vergunning in het kader van de Waterwet verplicht volgens artikel 6.4. Als bijlage bij de vergunningaanvraag dienen de effecten van het systeem in een effectenstudie te worden gekwantificeerd. De doorlooptijd is circa 8 weken tot publicatie definitieve beschikking. Voor een vergunningaanvraag Waterwet geldt de reguliere procedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 8 weken. De provincie heeft de mogelijkheid om de procedure te verlengen naar 6 maanden. De provincie heeft de ruimte om gebruik te maken van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 6 maanden. Binnen deze procedure wordt, afwijkend van de reguliere procedure, eerst een ontwerpbesluit ter inzage gelegd, voordat het definitieve besluit uitkomt. (bevoegd gezag: provincie Zuid-Holland).
- M.e.r.-beoordelingsplicht (onderdeel vergunning Waterwet):
 - De formele milieueffectrapportage (m.e.r.)-beoordeling richt zich op de vraag of op grond van kenmerken van activiteit, plaats, samenhang met andere activiteiten en milieueffecten een uitgebreide m.e.r.-procedure noodzakelijk is of dat met een “reguliere” vergunningsprocedure Waterwet kan worden volstaan. De proceduretijd voor het beoordelen van deze notitie en het opstellen van het m.e.r.-beoordelingsbesluit bedraagt zes weken. (bevoegd gezag: provincie Zuid-Holland).
- Lozingsvergunning:
 - Tijdens het boren van de bronnen komt boorspoelwater vrij d.m.v. inpompen van werkwater (drinkwater of grondwater). De hoeveelheid water die hierbij vrijkomt is beperkt, maar bevat vaak boorspoeling (bentoniet en polymeren) en vrijgekomen grond (zand en klei). In het Besluit Bodemenergiesystemen (ook wel AMvB Bodemenergie) is een voorkeursvolgorde voor lozen gedefinieerd:
 - 1 vuilwaterriool (gemeente);
 - 2 op de bodem (gemeente);

3 overige lozingsmethode.

Lozing in de bodem en op het schoonwaterriool is niet toegestaan (bevoegd gezag: Waterleidingbedrijf Oasen).

- Tijdens het ontwikkelen van open bronnen komt ontwikkelwater vrij. Direct na het boren worden de bronnen van een open systeem eenmalig schoon gepompt (ontwikkelen). Het doel hiervan is om resten van het geboorde materiaal uit de bronnen te verwijderen (zand en slibdeeltjes), zodat deze niet voor verstoppingen kunnen zorgen. Het grondwater komt vrij met maximaal het uurdebiet van het bodemenergiesysteem. Het gemiddelde debiet zal echter lager liggen. De maximaal te lozen hoeveelheid water bedraagt circa 25 maal het uurdebiet per bron. In het Besluit Bodemenergiesystemen (ook wel AMvB Bodemenergie) is een voorkeursvolgorde voor lozen gedefinieerd:

- 1 in de bodem (provincie);
- 2 oppervlaktewater (waterschap);
- 3 schoonwaterriool (gemeente);
- 4 vuilwaterriool (gemeente);
- 5 externe verwerker.

Het bevoegd gezag is afhankelijk van de lozing.

Tijdens het onderhoud van open bronnen komt spuiwater vrij. Tijdens periodiek onderhoud van het open systeem dat gemiddeld twee keer per jaar (doorgaans aan het eind van het zomer- en winterseizoen) plaatsvindt, wordt een relatief kleine hoeveelheid grondwater geloosd. Het eventueel in de bronnen opgehoopte zand of slib wordt tijdens het spuien uit de bronnen gepompt. Hiervoor wordt per spuiactie als vuistregel maximaal eenmaal het uurdebiet per bron geloosd. In het Besluit Bodemenergiesystemen (ook wel AMvB Bodemenergie) is een voorkeursvolgorde voor lozen gedefinieerd:

- 1 in de bodem (provincie);
- 2 oppervlaktewater (waterschap);
- 3 schoonwaterriool (gemeente);
- 4 vuilwaterriool (gemeente);
- 5 externe verwerker.

Het bevoegd gezag is afhankelijk van de lozing.

- Omgevingsvergunning/aanlegvergunning kabels en leidingen:

- Voor het plaatsen van ondergrondse kabels en leidingen in de openbare ruimte is op grond van artikel 2 sub 18 onder d van Bijlage II bij het Besluit Omgevingsrecht geen omgevingsvergunning voor bouwen en gebruiken vereist. Op grond van het ter plaatse geldende bestemmingsplan kan een vergunningplicht zijn ingesteld voor de aanleg van bodemenergiesystemen: de omgevingsvergunning voor het aanlegactiviteiten (artikel 2.1 lid 1 onder b Wet algemene bepalingen omgevingsrecht). In de aanvraag dient middels maatvoering het exacte tracé aangegeven te worden (bevoegd gezag: gemeente Kaag en Braassem).

- Watervergunning of zorgplicht kabel of leiding:

- In artikel 3.3 lid 1 onder h Keur van Rijnland staat dat mediumvoerende leidingen in de buitenbeschermingszone van een waterkering met een diameter groter dan 500 mm vergunningplichtig zijn. Bij een diameter kleiner dan 500 mm geldt een zorgplicht. Voor het open bodemenergiesysteem moet worden onderzocht of deze grens bereikt wordt. De doorlooptijd van de vergunning is circa acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).

- Huurovereenkomst of precariobelasting Gemeente:

- Omdat gebruik gemaakt wordt van eigendom van de gemeente (gemeentegrond) is toestemming van de gemeente nodig voor de aanleg van een WKO; dat kan met een huurovereenkomst of de gemeente kan precariobelasting heffen voor het hebben van voorwerpen (WKO en kabels en leidingen) in de gemeentegrond.

Technische ruimte/energiecentrale

Voor het realiseren van een technische ruimte/energiecentrale gelden in ieder geval de volgende zorgplichten, meldplichten en vergunningen:

- Omgevingsvergunning gebouw:
 - Voor het plaatsen van een gebouw van 100-200 m² in de openbare ruimte is een omgevingsvergunning vereist (bouwen en gebruiken); indien het gebouw niet voldoet aan de eisen die in het bestemmingsplan worden gesteld dan kan een omgevingsvergunning voor het afwijken van het bestemmingsplan worden aangevraagd (bevoegd gezag: gemeente Kaag en Braassem).
- Omgevingsvergunning/aanlegvergunning kabels en leidingen:
 - Voor het plaatsen van ondergrondse kabels en leidingen in de openbare ruimte is op grond van artikel 2 sub 18 onder d van Bijlage II bij het Besluit Omgevingsrecht geen omgevingsvergunning voor bouwen en gebruiken vereist. Op grond van het ter plaatse geldende bestemmingsplan kan een vergunningplicht zijn ingesteld voor de aanleg van bodemenergiesystemen: de omgevingsvergunning voor het aanlegactiviteiten (artikel 2.1 lid 1 onder b Wet algemene bepalingen omgevingsrecht). In de aanvraag dient middels maatvoering het exacte tracé aangegeven te worden (bevoegd gezag: gemeente Kaag en Braassem).
- Watervergunning bouwen:
 - In artikel 3.3 lid 1 onder l Keur van Rijnland staat dat het bouwen in de kern- en beschermingszone van waterkeringen vergunningplichtig is bij bouwwerken die niet voldoen aan de eisen voor lichte constructies tot 20 vierkante meter. Rijnsaterwoude bevindt zich bijna in zijn geheel in een buitenbeschermingszone van een waterkering. De doorlooptijd van de vergunning is circa acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Watervergunning grond verzetten:
 - In artikel 3.3 lid 1 onder m Keur van Rijnland staat dat grond verzetten in de kern- en beschermingszone van waterkeringen vergunningplichtig is bij graafwerkzaamheden die meer dan 3 kubieke meter bedragen of waarbij dieper dan 0,3 meter wordt gegraven. Rijnsaterwoude bevindt zich bijna in zijn geheel in een buitenbeschermingszone van een waterkering. De doorlooptijd van de vergunning is circa acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).

Warmtenet

Voor het realiseren van een warmtenet zijn in ieder geval de volgende vergunningen nodig:

- Vergunning op grond van de Warmtewet:
 - In artikel 9 staat dat het verboden is zonder vergunning warmte te leveren aan verbruikers, tenzij sprake is van "klein" of eigen gebruik (artikel 9 lid 2 Warmtewet). In artikel 10 van de Warmtewet staan de eisen waaraan de aanvrager dient te voldoen. (bevoegd gezag: Minister van Economische Zaken en Klimaat).
- Omgevingsvergunning/aanlegvergunning kabels en leidingen:
 - Voor het plaatsen van ondergrondse kabels en leidingen in de openbare ruimte is op grond van artikel 2 sub 18 onder d van Bijlage II bij het Besluit Omgevingsrecht geen omgevingsvergunning voor bouwen en gebruiken vereist. Op grond van het ter plaatse

geldende bestemmingsplan kan een vergunningplicht zijn ingesteld voor de aanleg van bodemenergiesystemen: de omgevingsvergunning voor het aanlegactiviteiten (artikel 2.1 lid 1 onder b Wet algemene bepalingen omgevingsrecht). In de aanvraag dient middels maatvoering het exacte tracé aangegeven te worden (bevoegd gezag: gemeente Kaag en Braassem).

- Omgevingsvergunning voor bouwwerk/gebouw om energie mee/in op te wekken:
 - Afhankelijk van de omvang en locatie van dit bouwwerk zal een omgevingsvergunning (bouwen en gebruiken) op grond van artikel 2.1 lid 1 onder a en c Wabo nodig zijn; indien sprake is van strijd met het bestemmingsplan is een afwijkingsvergunning op grond van artikel 2.12 lid 1 onder a (onder 1,2 of 3) Wabo nodig. Indien het bouwwerk (ten behoeve van de nutsvoorziening) niet hoger is dan 3 meter en de oppervlakte niet meer is dan 15 vierkante meter is op grond van artikel 2 lid 18 onder a van Bijlage II bij het Besluit omgevingsrecht geen omgevingsvergunning vereist. (bevoegd gezag: gemeente Kaag en Braassem).
- Vergunning voor het opbreken van de verharding van de weg:
 - In artikel 2.11 lid 1 van de Algemene Plaatselijke Verordening van Kaag en Braassem 2012 is een omgevingsvergunningplicht opgenomen voor het opbreken van de verharding van de weg (bevoegd gezag: gemeente Kaag en Braassem).
- Watervergunning grond verzetten:
 - In artikel 3.3 lid 1 onder m Keur van Rijnland staat dat grond verzetten in de kern- en beschermingszone van waterkeringen vergunningplichtig is bij graafwerkzaamheden die meer dan 3 kubieke meter bedragen of waarbij dieper dan 0,3 meter wordt gegraven. Rijnsaterwoude bevindt zich bijna in zijn geheel in een buitenbeschermingszone van een waterkering. De doorlooptijd van de vergunning is circa acht weken (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap van Rijnland).

Gebouwen

Voor het realiseren van een aansluiting op het warmtenet zijn in ieder geval de volgende vergunningen nodig:

- Aansluitplicht voor nieuw te bouwen woningen op basis van het Bouwbesluit:
 - Op grond van artikel 6.10 lid 3 van het Bouwbesluit geldt onder voorwaarden een aansluitplicht op het distributienet voor warmte voor nieuw te bouwen woningen, indien dit distributienet is opgenomen in een door de gemeente op te stellen warmteplan; de gemeente kan op grond van artikel 10 lid 7 een gebied aanwijzen waar zich een warmtenet of een andere energie-infrastructuur bevindt of gaat bevinden die kan voorzien in de verwachte warmtebehoefte, waardoor geen gasaansluitplicht voor de netbeheerder geldt. Voor bestaande woningen is dit (nog) niet geregeld.
- Huisaansluiting is omgevingsvergunningvrij:
 - De aansluiting achter de voordeur is geen vergunningplichtige activiteit als bedoeld in artikel 2.1 of 2.2 van de Wabo.

4.2

CONCLUSIE

Het Hoogheemraadschap van Rijnland ziet op voorhand geen grote bezwaren om warmtewinning te vergunnen, maar zal de vergunningaanvraag moeten afwachten. Pas dan zal Rijnland de door de initiatiefnemer gekozen locaties toetsen aan de hierboven genoemde zorgplichten, meldplichten en vergunningseisen. Algemeen beeld bij projecten rond aquathermie is dat waterschappen een

aanvullende hydraulische analyse eisen; de warmtewinning mag aantoonbaar geen effect hebben op de waterkwaliteit.

5 Ruimtelijke impact

In dit hoofdstuk is verder gerekend met de geoptimaliseerde business case uit paragraaf 0. In de resultaten van dit hoofdstuk zijn dus de optimalisatie van het warmtenet en isolatie besparende maatregelen meegenomen.

5.1 ENERGIE BESPARING EN EMISSIE REDUCTIE

Voor het bepalen van de CO₂-emissie wordt aangesloten bij de norm NTA8800. Deze norm is nog niet definitief, echter wordt hierin wel de energie-efficiëntie van de Nederlandse elektriciteitsproductie weergegeven over het jaar 2020. Aan de gehanteerde getallen ligt de notitie van TNO "Primaire fossiele energiefactor elektriciteit op bovenwaarde (HHV) voor toepassing in de energieprestatienorm NTA8800" uit april 2018 ten grondslag. De gehanteerde CO₂-emissiefactoren en de bijbehorende energie-efficiëntie van de Nederlandse elektriciteitsproductie zijn weergegeven in Tabel 5.1. Met deze parameters als uitgangspunt zijn de jaarlijkse emissies voor warmtelevering berekend en weergegeven in Tabel 5.2 in ton CO₂ per jaar.

In het geval dat de elektriciteit geheel duurzaam wordt opgewekt zal in bijna alle gevallen de CO₂-emissie naar 0 gaan. Behalve in concept 1 zal er nog een klein deel door de gasketel worden ingevuld. Het gas in concept 1 zorgt voor ca. 80 ton CO₂ per jaar. Maar ook de gasketel zou op den duur vervangen kunnen worden door een alternatief zoals biomassa, biogas, waterstof of een elektrische piekvoorziening.

Tabel 5.1 | CO₂-emissiefactoren. bron: NTA8800.

parameter	eenheid	waarde
elektriciteit	kg CO ₂ /kWh _e	0,34
gas	kg CO ₂ /m ³ aardgas	1,79
energie-efficiëntie Nederlandse elektriciteitscentrale	%	69

Tabel 5.2 | Energieverbruik en CO₂-emissie per concept en energiebesparing en emissiereductie t.o.v. systeem 2 met individuele gasketels.

naam systeem	1. WKO + TEO en collectief warmtenet	2. individuele gasketels	3. all-electric individuele lucht/water-warmtepompen
gasverbruik [m ³ /jaar]	45.000	691.000	0
elektriciteitsverbruik [kWh/jaar]	2.256.000	0	2.180.000
emissie [ton CO ₂ /jaar]	850	1.240	740
energiebesparing t.o.v. gasketels [kWh/jaar]	4.055.000	0	4.571.000
emissiereductie t.o.v. gasketels [ton CO ₂ /jaar]	389.000	0	496.000

5.2 ZONNEPANEEL- EN WINDMOLENEQUIVALENTEN

In Tabel 5.3 is het totale elektriciteitsverbruik te zien voor de warmte- en koudeopwekking (WKO, TEO, distributie en warmtepompen), het benodigde aantal zonnepaneel-equivalenten en het aantal

vierkante meters dat daarvoor nodig zijn. Het elektriciteitsverbruik is inclusief warmtepompen, bronpompen, oppervlaktewaterpompen en distributiepompen. Bij een schuin dak is het benodigd oppervlak 1,65 m²/paneel en bij een plat dak circa 2,5 m²/paneel. Deze conversie is ook gebruikt in de berekening bij de benodigde oppervlakte voor een zonneweide. In Figuur 9.8 is de grootte van de zonneweide indicatief weergegeven.

Verder is ook het benodigde aantal windturbine equivalenten weergegeven in Tabel 5.3. Met een windturbine van 3 MW met een tiphoogte van ca. 190 meter kan bijna 2 keer de benodigde hoeveelheid energie worden opgewerkt per jaar.

Tabel 5.3 | Benodigde zonnepaneel- of windturbine equivalenten voor elektriciteitsverbruik van het totale systeem.

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet	3. all-electric individuele lucht/water-warmtepompen
zonnepaneelequivalenten			
E-verbruik totaal	MWh	2.700 ²⁸	2.180
opgesteld vermogen zonnepaneel	Wp	280	280
E-opwekking zonnepaneel	kWh/jaar/stuk	240	240
zonnepaneel oriëntatie	-	zuiden	zuiden
aantal zonnepanelen (1,65 x 1 m)	#	11.200	9.100
benodigde oppervlakte zonnepanelenweide (plat) ²⁹	m ²	28.100	22.700
aantal voetbalvelden (110 x 70 m) met zonnepanelen	#	3,65	2,95
windturbine equivalenten			
E-verbruik totaal	MWh	2.700	2.180
opgesteld vermogen windturbine ³⁰	MW	3	3
vollasturen ³¹	h	2.000	2.000
E-opwekking windturbine	MWh/jaar/stuk	6.000	6.000
aantal windturbines (3 MW)	#	0,45	0,36

5.3 IMPACT OP DE WONINGEN EN HUN BEWONERS

In Tabel 5.4 is een overzicht van de impact van de energieconcepten op de bewoners en hun woningen weergegeven. De waardering en de voor- en nadelen zijn subjectief, omdat niet voor elke bewoner de impact even zwaar telt. Bij de vergelijking tussen verschillende concepten is het belangrijk dat bewoners worden geraadpleegd om de criteria te bepalen, zodat de voor- en nadelen op waarde geschat kunnen worden.

²⁸ Het totale E-verbruik is inclusief gasverbruik van ca. 440 MWh.

²⁹ Bij een platte opstelling is ca. 2,5 m² per paneel nodig. Bron: Milieucentraal. Geraadpleegd op 25 januari 2019, van <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zonnepanelen/zonnepanelen-kopen/kunnen-zonnepanelen-op-mijn-dak/>

³⁰ Referentie Vestas V90-3.0 met een naaf hoogte van 80-105 meter, en een rotor diameter van 90 meter.

³¹ Bron: CBS Statline. Windenergie op land; productie en capaciteit per provincie. Geraadpleegd op 25 januari 2019, van <https://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=70960ned&LA=NL>.

Tabel 5.4 | Overzicht van de impact op de woningen en hun bewoners per concept.

naam systeem	1. WKO + TEO en collectief warmtenet	2. individuele gasketels	3. all-electric individuele lucht/water-warmtepompen
impact woning	medium	klein	medium
LT-verwarming	nee	nee	nee
koeling mogelijk met systeem	nee	nee	nee
afmetingen in woning (h*b*d) meter	0,6*0,6*0,4	0,6*0,4*0,4	2*0,6*0,6
extra leidingen in woning aansluiting systeem	ja (warmtenet naar afleverset/afleverset naar CV-net)	nee	ja (buiten-unit naar warmtepomp en warmtepomp naar CV-net)
verzwaring elektriciteitsnet	nee (excl. elektrisch koken) ja (incl. elektrisch koken)	nee	ja
andere voorzieningen	nee	nee	buiten-unit
wijze van ruimteverwarming in woning	afleverset	gasketel	warmtepomp
wijze van tapwaterbereiding in woning	afleverset	gasketel	warmtepomp/ buffervat
isolatiemaatregelen	- een combinatie van dakisolatie/gevelisolatie/ vloerisolatie en/of dubbel glas of HR++ glas voor woningen die nog geen label C hebben	- bij hoge HT niet nodig - bij aanpassing CV-net naar 70 °C: een combinatie van dakisolatie/gevelisolatie/ vloerisolatie en/of dubbel glas of HR++ glas voor woningen die nog geen label C hebben.	- een combinatie van dakisolatie/gevelisolatie/ vloerisolatie en/of dubbel glas of HR++ glas voor woningen die nog geen label C hebben
comfort ruimteverwarming	geen merkbaar verschil met gasketel na isolatiemaatregelen	geen merkbaar verschil met gasketel na isolatiemaatregelen	geen merkbaar verschil met gasketel na isolatiemaatregelen
comfort warm tapwater	tapwater is altijd beschikbaar	tapwater is altijd beschikbaar	buffervat beperkt tapwatergebruik
aanpassingen in levensstijl	- elektrisch koken	geen noodzakelijke aanpassingen	- aanpassingen zijn afhankelijk van de grootte van het buffervat - een groot buffervat neemt meer ruimte in beslag - een klein buffervat vraagt minder warm tapwater gebruik - elektrisch koken
tijdelijk ongemak eigen grond	- isolatiemaatregelen in sommige woningen - in elke woning zal een afleverset geplaatst moeten worden - aanpassingen leidingen in woning - opbreken voortuin voor aansluiting aan warmtenet - verzwaring elektriciteitsnet	- alleen isolatiemaatregelen nodig in sommige woningen bij aanpassing CV-net naar 70 °C aanvoertemperatuur.	- isolatiemaatregelen in sommige woningen - plaatsing warmtepomp en buiten-unit - aanpassingen leidingen in woning - verzwaring elektriciteitsnet
duurzaamheid	medium/hoog (hoog mogelijk met groene stroom en biogas)	laag (grijs gas) aardgas niet hernieuwbaar	medium (hoog mogelijk met groene stroom/eigen opwek)
leefomgeving	- geen gas in huis		- buiten-unit maakt geluid - buiten-unit is niet mooi - veel ruimte nodig in woning

5.4 KLIMAATADAPTATIE EN TEO

Klimaatadaptatie is het proces waarbij de samenleving zich aanpast aan het actuele of verwachte klimaat en de effecten hiervan. Hierdoor kan de schade (knelpunten) die gepaard gaat met klimaatverandering worden beperkt en de kansen worden benut. Drie belangrijke thema's bij klimaatadaptatie zijn hitte, droogte en wateroverlast. Het toepassen van een duurzame energievoorziening in een gebied biedt een kans om klimaatadaptatieve maatregelen gelijktijdig mee te nemen, zodat er een integrale aanpak ontstaat met voordelen voor beide kanten: verduurzaming en klimaatadaptatie.

Hittestress

In het klimaatscenario 2050WH verdrievoudigt het aantal tropische dagen (max. temperatuur hoger dan 30 °C) rond 2050 ten opzichte van het huidige klimaat. In stedelijke gebieden ligt de temperatuur al een stukje hoger dan landelijk gebied door het stedelijk hitte eiland effect. Een manier om hittestress te indiceren is het aantal warme nachten (temperatuur > 20 °C). Indirect kan dit schade opleveren door een ongunstig effect op de gezondheid en mogelijk een verminderde arbeidsproductiviteit. Voor met name personen uit kwetsbare groepen, zoals ouderen, kan hittestress een probleem vormen. Ook de watertemperatuur is een indicator voor hittestress. Door klimaatverandering zal de watertemperatuur toenemen, waardoor de waterkwaliteit negatief beïnvloed kan worden. Blauwalgen, ziekteverwekkers- en verspreiders gedijen beter bij een temperatuur boven de 20 °C. In Figuur 9.10 is het risico op opwarming oppervlaktewater en hittestress door warme nachten weergegeven. Het valt echter op dat het Braassemermeer geen opwarming vertoont. Als dit wordt vergeleken met vergelijkbare plassen in de omgeving zoals de Kagerplassen (diepte 3,4 meter), Westeinderplassen (diepte 2,8 meter) en Langeraarse Plassen (diepte 2,5 meter), dan is te zien dat de langste reeks dagen waarbij de watertemperatuur boven de 20 °C blijft meer dan 40 dagen is. De Klimateffectatlas meldt dat oppervlaktewater van méér dan 3 meter diep niet is opgenomen in het kaartbeeld. Het Braassemermeer (diepte 4 meter) is daarom niet opgenomen, maar dit betekent niet dat er geen opwarming gaat plaatsvinden. De inschatting is dat zich eenzelfde trend gaat voordoen als bij de plassen in de omgeving. Het aantal warme nachten (> 20 °C) is ca. twee weken. In Figuur 9.12 is het stedelijk hitte-eiland effect weergegeven. In Rijnsaterwoude is een mild effect te zien t/m 0,25 °C temperatuurstijging veroorzaakt door de gebouwen en verharding in het gebied.

TEO kan een bijdrage leveren aan het verminderen van hittestress. Dit kan op een directe manier, doordat het water lokaal wordt afgekoeld en er stroming gecreëerd wordt. Daarnaast kan de aanleg van een TEO-systeem en al dat daarbij komt kijken (warmtenet) ook worden gebruikt om klimaatadaptatieve maatregelen toe te passen. Een goed voorbeeld is het toepassen van meer groen. Groen en water heeft een verkoelend effect op stedelijk gebied door o.a. verdamping. Volgens onderzoek betekent 10% (extra) groenoppervlak in een wijk of stad een verlaging van het hitte-eiland met ruwweg 0,6 °C.³²

Droogte

In Rijnsaterwoude lijkt droogte vooralsnog nog geen extreme kansen en knelpunten op te leveren die gecombineerd kunnen worden met TEO specifiek. Een eventueel knelpunt zou kunnen zijn dat de bodem verdroogt en de grondwaterstand verlaagt, waardoor bodemdaling optreedt. Daarentegen biedt het kansen om regenwater af te koppelen van het riool en te infiltreren in de bodem.

³² Atlas Natuurlijk Kapitaal. Verkoelend effect van groen en blauw. Geraadpleegd op 19 april 2019.

Wateroverlast

Hevige buien kunnen in Rijnsaterwoude tot wateroverlast leiden. De afnemende beschikbaarheid van infrastructuur zal op verschillende locaties Rijnsaterwoude toenemen. Echter is de verwachting voorsnog dat dergelijke extreme buien eens in de 100 jaar voorkomen. In Figuur 9.13 is wateroverlast volgens de Klimateffectlas weergegeven. Vooral het gebied tussen de straten Herenweg, Woudse Hout, Kalmoeslaan en Molenpad lijken gevoelig voor wateroverlast. Bij aanleg van een warmtenet kunnen er tegelijkertijd klimaatadaptieve maatregelen worden getroffen om de wijk toekomstbestendig te maken.

5.5 MEEKOPPELKANS EN MEERVOUDIGHEID

Er zijn koppelingen te maken die ook op andere beleidsterreinen positieve effecten zullen hebben. Het toepassen van TEO kan bijv. een positief effect hebben op de waterkwaliteit. Het uitvoeren van meerdere maatregelen tegelijk of aansluitend kunnen kosteneffectief zijn. Hieronder zijn een aantal knelpunten en kansen in het onderzochte gebied benoemd:

- 1 wateroverlast op straat: dit kan worden opgevangen door middel van greppels, wadi's of open water kanalen indien er genoeg ruimte is; bij minder ruimte kunnen open goten, holle wegen of waterdoorlatende verhardingsmaatregelen worden toegepast;
- 2 wateroverlast op pleintjes; dit kan worden opgevangen door open goten, holle wegen, waterdoorlatende verhardingsmaatregelen en vergroening; dit zal zowel een positief effect (beperkend effect) op wateroverlast als op hittestress hebben;
- 3 hittestress op verharde pleinen en gebieden; vergroening van pleinen of gebieden door tegels eruit, groen erin heeft een positief effect (beperkend effect) op wateroverlast als op hittestress hebben;
- 4 wateroverlast in straten opvangen door gebruik te maken van de natuurlijke stroombanen; door stroombanen te onderzoeken en te combineren met holle wegen en/of open goten kan een snelle afvoer naar het oppervlaktewater of andere bovengrondse opslag plaatsvinden en de wateroverlast op straat worden beperkt;
- 5 slechte waterkwaliteit en toenemende kans op blauwalg en botulisme; door afkoeling van het oppervlaktewater en doorstroming met TEO kan de waterkwaliteit verbeterd worden; dit draagt bij aan beperking van hittestress en toenemende leefbaarheid;
- 6 wateroverlast en hittestress in het algemeen; dit wordt o.a. veroorzaakt door verharding van het gebied; er ligt een meekoppelkans bij de aanleg van de aansluiting tussen warmtenet en woning door tegelijkertijd vergroening en/of open verharding van de voortuin.

De totale kosten van gecombineerde beheersmaatregelen voor klimaatadaptatie en de aanleg van TEO zijn lager dan van een separate uitvoering. Hierbij kunnen maatregelen/aanleg gelijktijdig parallel plaats vinden. Ook kan het serieel worden uitgevoerd, waarbij bij de werkzaamheden rekening wordt gehouden met de toekomstige aanleg van de meekoppeling. In Tabel 9.5 zijn een aantal voorbeelden overzichtelijk weergegeven van klimaatadaptieve maatregelen, meekoppelkansen, de effecten en de meervoudigheid die daarmee bereikt kan worden.

De meervoudige aanpak vraagt wel om een integrale visie van de belanghebbenden (bewoners, gemeente, waterschap, warmtebedrijf). Hiermee wordt het ook mogelijk om geldstromen, eigen bijdrage en subsidies te combineren (blended finance), waarmee maatregelen voor klimaatadaptatie en de aanleg van TEO interessanter worden. Het advies voor het vervolg is dan ook om tot een samenwerkingsvorm te komen waarbinnen deze kansen nader uitgewerkt kunnen

worden. Hiermee wordt tevens draagkracht gecreëerd bij belanghebbenden voor het aansluiten op een collectief warmtenet met als bron het TEO-systeem.

5.6 IMPACT OPENBARE RUIMTE

In Tabel 5.5 is een overzicht gegeven van de impact op de openbare ruimte per concept.

Tabel 5.5 | Impact op de openbare ruimte per concept.

naam systeem	1. WKO + TEO en collectief warmtenet	2. individuele gasketels	3. all-electric individuele lucht/water-warmtepompen
impact openbare ruimte	groot	klein	klein
TEO	- tijdelijk ongemak door realisatie van TEO - TEO systeem kan op verschillende manieren worden weggewerkt (zie Figuur 5.1)	n.v.t.	n.v.t.
WKO	- tijdelijk ongemak door realisatie van WKO (zie Figuur 5.2) - zichtbaarheid WKO beperkt door afwerking op maaiveld (zie Figuur 5.2)	n.v.t.	n.v.t.
technische ruimte	- tijdelijk ongemak door realisatie van technische ruimte - nieuwe technische ruimte (ca. 20 x 10 meter) moet ingepast worden in openbare leefomgeving	geen	geen
warmtenet	- tijdelijk ongemak door openbreken straat - warmtenet is niet zichtbaar in openbare ruimte	n.v.t.	n.v.t.
Nutsvoorzieningen	verzwaring elektriciteitsnet	vervanging gasnet	verzwaring elektriciteitsnet
duurzaamheid	medium/hog (hoog mogelijk met groene stroom en biogas)	laag (grijs gas), medium (biogas)	medium/hog (hoog mogelijk met groene stroom/eigen opwek)
circulariteit systeem	WKO blijft altijd zitten na 30 jaar gebruik, geen hergebruik, dus lage circulariteit.		
horizon	- voor de elektriciteitsvoorziening is één windturbine van 3 MW _e nodig óf vijf voetbalvelden met PV-panelen - technische ruimte in de openbare ruimte	geen effect	- voor de elektriciteitsvoorziening is één windturbine van 3 MW _e nodig óf vijf voetbalvelden met PV-panelen - buiten-units van warmtepomp hangen in het zicht



Figuur 5.1 | TEO-systeem bovengrondse inlaat (links) en ondergrondse inlaat (rechts).



Figuur 5.2 | Realisatie WKO (links) en WKO put (rechts).

5.7

CONCLUSIE

TEO is duurzamer dan de huidige situatie met gasketels. Ongeacht de herkomst van de elektriciteit is de CO₂-emissie bij TEO minimaal een derde lager dan bij gas. Het voordeel van TEO is dat het systeem voornamelijk elektriciteit gebruikt, waardoor de duurzaamheid kan worden vergroot door de elektriciteit duurzaam op te wekken. Eén windturbine zou al genoeg zijn om de benodigde elektriciteit op te wekken. Bij zonnepanelen zouden hier qua ruimte maximaal vier voetbalvelden voor nodig zijn. De technische, financiële, juridisch en organisatorische haalbaarheid van een zonnepanelen of een windturbine is nog niet onderzocht. De impact op de bewoner en zijn leefomgeving zit vooral in de aanleg van het systeem. Voor sommige woningen zullen isolatie besparende maatregelen noodzakelijk zijn. De aanleg van een warmtenet in de grond en de aansluiting in de woning op het warmtenet zal daarnaast voor ongemak zorgen.

6 Organisatorisch kader

6.1 KICK-OFF BIJEENKOMST

Kort maar krachtig is de conclusie dat de kick-off bijeenkomst een succes was. Een zeer aanzienlijk deel van de bewoners was bijeen en vertrok met een goed gevoel over de gepresenteerde plannen. Wat er op het eerste gezicht minder goed uitzag, was de lauwe respons op de oproep om actief te gaan participeren binnen OWO, of een opvolger daarvan. Als het glas halfvol is, dan is de positieve uitleg hiervan dat in feite de huidige actieve bewoners het mandaat kregen om namens de andere bewoners het rond OWO voort te zetten.

Als het glas half leeg is, dan is er een aanwijzing dat activering van bewoners nog een lange weg te gaan heeft. De tweede bewonersavond zal dat moeten uitwijzen. Presentatie van de resultaten van de haalbaarheidsstudie kan niet uitmonden in een herhaling van de eerste avond, maar zal vooral ook moeten aanzetten tot vooruitkijken. Dan zal blijken dat WKO en TEO in Rijnsaterwoude voor niemand vrijblijvend is. Zo zullen bewoners stevig in hun woning moeten investeren, alhoewel ze dat hoe dan ook moeten, en is een bijdrage aan het eigen vermogen noodzakelijk. Dat brengt ons bij het stakeholderproces na de haalbaarheidsstudie.

6.2 STAKEHOLDERPROCES NA DE HAALBAARHEIDSSSTUDIE

Conclusie van de eerste bewonersbijeenkomst is dat OWO informeel reeds gemandateerd is door de bewoners van Rijnsaterwoude om de rol van hun vertegenwoordiger te spelen. Dan moet OWO dit mandaat wel formeel gaan halen en zich daartoe organiseren, bijvoorbeeld als vereniging of coöperatie. Dat is de weg om bijvoorbeeld een intentieovereenkomst te kunnen tekenen. Het bestuur legt dit voor aan de leden, bewoners van Rijnsaterwoude, en tekent. De andere ondertekenaars zullen verwachten dat zij van doen hebben met het bestuur van een rechtspersoon die risico's kan dragen. Daartoe zal OWO op z'n minst moeten opgaan in een vereniging, zo mogelijk in een coöperatie, die beter is ingericht op het dragen van risico's.

Deze intentieovereenkomst is onderdeel van de roadmap en daarop staan meer mijlpalen die een sterke bewonersorganisatie vergen. Twee mijlpalen, ook hierboven al vermeld, zijn het interesseren van bewoners voor het verduurzamen van hun woning, en voor crowdfunding, het inleggen van 3 ton voor het eigen vermogen van de investering in WKO en TEO. Gemak van de boodschap over woningaanpassing is dat deze hoe dan ook nodig is, en tegelijk de voorwaarde schept om aan te sluiten op het warmtenet. Het is met andere woorden een extra argument voor een actie waarvoor al veel andere argumenten zijn, los van het warmtenet.

De meeste woningen hebben al label C of hoger, dus behoeven geen aanpassing. Dat neemt niet weg dat het organiseren van collectieven om te werken aan woningaanpassing een beproefde methode is van veel bewonersgroepen en OWO kan daarvan leren. Belangrijke les is dat dit vooral gaat om organisatie van de vraag. OWO hoeft niet zelf aanbieder te worden of, met andere woorden, hoeft in dit stadium geen ondernemer te zijn. Enkel nodig is het mobiliseren van klanten en ondernemers die elkaar snel, goed en goedkoop vinden.

Organisatie van de vraag kan voor OWO in dit stadium een goede groeistrategie zijn. Meer bewoners worden bereikt en het vertrouwen groeit in OWO, of zijn opvolger. Met dit vertrouwen

kan OWO ook oproepen om collectief in het warmtenet te stappen en daartoe crowdfunding te organiseren. Dit betekent dat een belangrijk onderdeel van het stakeholderproces rondom dit warmtenet zich eerst afspeelt rondom woningaanpassing en crowdfunding. In die periode houdt OWO zich ook al bezig met dit net, en onderzoek daarnaar, dus beide processen spelen zich parallel af.

Hoewel het bereiken van bewoners het voornaamste deel is van het stakeholderproces, zijn er meer stakeholders, zie Figuur 6.1.



Figuur 6.1 | stakeholders rond WKO en TEO in Rijnsaterwoude.

Alle stakeholders in deze figuur zullen elkaar uiteindelijk moeten gaan vinden rondom investering in WKO en TEO, en exploitatie. Het gaat hier om particuliere, publieke en private partijen, en dus om een stakeholderproces om partijen met deze drie uiteenlopende karakters in één richting te krijgen. Ten behoeve van dit proces is ons voorstel om een dialoog te starten over de zogenaamde ‘Energiecorporatie Rijnsaterwoude’, omdat juist een corporatie in staat is goed om te gaan met particuliere, publieke en private belangen.

Let op, het is niet onze boodschap dat er een Energiecorporatie Rijnsaterwoude moet komen. We hebben het hier over een stakeholderproces en daarin is toegestaan het gesprek te voeren over metaforen en modellen. Doel is immers dat partijen elkaar leren kennen en gaan begrijpen, en dan is het juist handig als er enige afstand wordt gehouden tot echte plannen. Gesprek over het model van de corporatie lijkt ons vruchtbaar, omdat de term energiecorporatie op juiste wijze de aandacht vestigt op het feit dat partijen werken aan een maatschappelijk doel, het creëren van een nutsfunctie. Tegelijk vestigt de associatie met het werk van woningcorporaties de aandacht op:

- 1 een stevige band met de bewoner;
- 2 kunnen functioneren als volwaardig bedrijf;
- 3 goed samenwerken met de overheid;
- 4 goed samenwerken met het bedrijfsleven;
- 5 indien nodig in staat tot het voeren van politiek debat.

Mogelijk dat het idee van energiecorporatie niet aanslaat, als maar wel hier het idee wordt overgebracht om een gesprek te openen over samenwerking tussen alle soorten stakeholders. Zo wijst voorliggende haalbaarheidsstudie uit dat op korte termijn consultatie nodig is van netwerkbedrijven en energiebedrijven. Hun kennis zal van belang zijn bij volgende stappen richting WKO en TEO. Hoe met deze partijen samen werken, hoe tegelijkertijd nog enige afstand bewaren? Dat zijn belangrijke vragen in het komende stakeholderproces, en belangrijk is het gesprek daarvoor goed in te richten, bijvoorbeeld met het idee van corporatie.

In de roadmap hierna geven wij aan dat niet weinig voor de hand ligt om op korte termijn een intentieovereenkomst te sluiten tussen OWO, gemeente en Woondiensten Aarwoude. Idee is deze drie partijen samen ruimschoots voldoende belangen vertegenwoordigen in een goede warmteoplossing voor Rijsaterwoude dat zij gedrieën een intentieovereenkomst kunnen sluiten. Nu samen deze stap zetten betekent een belangrijke nieuwe ontwikkeling, omdat het commitment gevraagd zal worden van Woondiensten Aarwoude. Dat brengt nieuwe dynamiek waarvan allen kunnen leren en die daarom een goede impuls kan geven aan al het werk rond de energietransitie in het dorp. Voor het stakeholderproces zal dit van doorslaggevende betekenis zijn.

6.3 INFOGRAPHIC

De infographic wordt gemaakt na de concept rapportage. Het is een opzichzelfstaand document.

6.4 ROADMAP

Figuur 3.6 geeft de fasen 0 tot en met 3 aan voor de ontwikkeling van een project volgens de handreiking aquathermie. Voorliggende haalbaarheidsstudie is fase 1, behalve dat die volgens de handreiking moet eindigen met een intentieovereenkomst. Zover is het in Rijsaterwoude nog niet, maar het is goed daarover na te denken, en over de fasen 2 en 3. Die eindigen met respectievelijk een samenwerkingsovereenkomst en een investeringsbesluit. Samen geven zij een goed beeld van de roadmap die hieronder geschetst zal worden, hoewel we ons hier ook een beeld zullen vormen van de exploitatie, dus na het investeringsbesluit. Ook besteden we aandacht aan de organisatie, die in de fasen 0 tot en met 3 van de handreiking onderbelicht blijft. We kijken achtereenvolgens naar 1) intentieovereenkomst, 2) organisatie, 3) financiering volgende fasen, 4) verdieping en uitwerking, 5) ontwikkeling en exploitatie. Op basis van die vooruitblik kijken we tenslotte naar de komende zes maanden.

1 Intentieovereenkomst

Uit de financiële paragraaf 3.2.2 volgt dat investering in WKO en TEO de gezamenlijke inspanning zal zijn van publieke, private en particuliere partijen. De particuliere partij, OWO of zijn opvolger, heeft het voortouw, samen met de gemeente als voornaamste publieke partij. Woondiensten Aarwoude is de eerste private partij om aan te haken, hoewel er nog geen intentieovereenkomst is tussen deze en andere partijen. Voorliggende haalbaarheidsstudie biedt daarvoor een basis, maar misschien is die nog te smal voor andere bedrijven dan Woondiensten Aarwoude. Belangrijke stap lijkt daarom het tekenen van een eerste intentieovereenkomst tussen OWO, gemeente en Woondiensten Aarwoude.

2 Organisatie

Organisatie is nodig om rechtsgeldige afspraken te kunnen maken, waaronder afspraken over het halen van geld dat nodig is om het gehele vervolg te kunnen bekostigen. Zo vergen alle

subsidiegelden rechtspersonen. Die kunnen uiteenlopen van een bewonersvereniging tot de gemeente, of een bedrijf. Dan moeten zij wel samenwerken binnen een groter geheel dat zich richt op WKO en TEO in Rijnsaterwoude. Er zijn echter minstens drie argumenten om dit geheel niet nu, en misschien wel nooit, onder te brengen in een enkele organisatie: 1) bewoners organiseren zich graag rond de vraag, maar veel houden liever afstand van ook het aanbod organiseren, 2) de gemeente kan niet zonder meer met bedrijven in een organisatie stappen, 3) misschien blijkt handig om een splitsing te gaan maken tussen een netwerkbedrijf en een productiebedrijf.

Hoe kan het werken aan WKO en TEO in Rijnsaterwoude zo georganiseerd worden dat uiteenlopende partijen goed kunnen samenwerken, en bijvoorbeeld geld kunnen halen voor het vervolg? Als antwoord op deze vraag stellen wij voor dat OWO het debat opent, bijvoorbeeld over de 'Energiecorporatie Rijnsaterwoude'. Zoals gezegd is dat een organisatie die er nooit gaat komen, maar het is juist daardoor een open stap richting een organisatie, of organisaties die er wel gaan komen. Waarom nu deze opzet?

- b) Er is op korte termijn nieuw geld nodig, dus er moet gewerkt worden aan een organisatie die:
 - a. zelf geld kan aanvragen,
 - b. die een partij kan afvaardigen om geld aan te vragen namens het geheel.
- c) Er is een platform nodig om het gesprek te openen met het bedrijfsleven om kennis binnen te halen zonder dat al een formele binding met deze bedrijven ontstaat. OWO is de enige die dit kan organiseren, omdat publieke en private bedrijven dan geheel vrijblijvend kunnen aanschuiven. Idee is dat de uitnodiging van OWO om in gesprek te gaan over het idee van een 'Energiecorporatie Rijnsaterwoude' de broedplaats zal zijn van de toekomstige organisatie, of organisaties die tijdelijk en permanent nodig zullen zijn.

3 Financiering van de volgende stappen

Zoals gezegd is er op korte termijn al geld nodig, en daarvoor zijn ook bronnen, vooral subsidies waarvoor gemeente en OWO in aanmerking komen, mits OWO een rechtspersoon wordt. Elke voortgang is hiervan afhankelijk, of van hernieuwde financiering door de gemeente, dus zaak is hiervoor plannen te maken. Voorliggende haalbaarheidsstudie is daarvoor de basis, zeker voor financiering van Fase 2, de verdieping, die eindigt met een samenwerkingsovereenkomst. Te verwachten is dat het bedrijfsleven een belangrijk deel zal betalen van Fase 3, de uitwerking, maar niet van alles daarvan en zeker niet van Fase 2. Idee is om nu het plan te maken voor werk aan beide Fasen 2 en 3 en daarvoor het benodigde publieke geld te zoeken.

Fase 3 betreft onder meer de financiering van de investeringen en hierboven is uiteengezet dat een deel daarvan zal bestaan uit crowdfunding van 3 ton onder de bewoners. Dat is een relatief nieuw fenomeen en zal voor een belangrijk deel de verantwoordelijkheid zijn van OWO, of beter, van een opvolger van OWO die daarvoor is ingericht. Daar komt bij dat de meeste particuliere woningbezitters de komende jaren geld in hun huis moeten stoppen om deze geschikt te maken voor aansluiting op een warmtenet. Organisatie van collectieven van bewoners om dit samen aan te pakken is eveneens een verantwoordelijkheid die OWO, of een opvolger, kan nemen. De gemeente kan daarbij behulpzaam zijn, en mogelijk andere partijen die betrokken raken bij WKO en TEO in Rijnsaterwoude. Voornaam onderdeel van de roadmap is een aanpak om bewoners op verantwoorde wijze geld te laten uitgeven aan de eigen woning, en ook aan investeringen in WKO en TEO.

4 Verdieping en uitwerking

Fase 2, de verdieping, eindigt met een samenwerkingsovereenkomst, en Fase 3, de uitwerking, eindigt met een investeringsbesluit. Kort door de bocht betekent dit steeds het verder uitwerken van alles wat staat in deze haalbaarheidsstudie. Belangrijk is dat in Fase 2 het bedrijfsleven langsij komt, en dat deze het in Fase 3 overneemt. Wij anticiperen hier op het eventuele besluit, mogelijk al in Fase 2, om te splitsen tussen netwerk en productie. Gevolg zal zijn dat er een netwerkbedrijf komt en een productiebedrijf, of productiebedrijven. Op papier biedt deze splitsing minstens twee voordelen: 1) gunstige financiële voorwaarden voor een los netwerkbedrijf maken de financiering van beide onderdelen eenvoudiger, en 2) het netwerkbedrijf kan grotere delen van de gemeente bedienen, en daar kunnen uiteenlopende producenten het netwerk gaan voeden.

Zoals in 3.3.2 aangegeven zijn er ook argumenten tegen splitsing, dus nader onderzoek zal het idee van splitsing van het papier moeten halen en zal gevolgen hebben voor het gehele verdere vervolg. Zo zal de gehele organisatie anders worden, vandaar ons advies hierboven onder 2 om deze organisatie voorlopig een open karakter te geven. Deze organisatie zal in beide fasen verder vorm krijgen en goed is daarin niets te overhaasten door nu reeds een organisatie op te tuigen met als risico dat later blijkt dat deze te veel in beton gegoten is. Zo is goed om bij de te kiezen organisatie, en de bijbehorende rechtspersonen, te letten op eisen van de beide autoriteiten voor financiële markten en voor consument en markt. Zij kijken naar mededinging, waaronder het verbod op staatssteun, en naar financiële producten, zoals een aandeel in een energiebedrijf.

5 Ontwikkeling en exploitatie

Met ontwikkeling bedoelen we hier vooral de bouwfase en wat bewoners, woningcorporatie, gemeente, waterschap en anderen dan te verwachten hebben aan ingrepen. Wat dit betekent is reeds beschreven in hoofdstuk 5 over de impact op de woningen/gebouwen en hun eigenaren/bewoners. Al tijdens de eerste bewonersavond is vooruitgekeken naar wat het betekent om als bewoner aangesloten te zijn op een warmtenet. Sterker nog, deze haalbaarheidsstudie kijkt vooruit naar een periode van exploitatie van 30 jaar. Goed is om in deze roadmap de aandacht te vestigen op de eerste jaren daarvan, wanneer iedereen zal moeten wennen aan het systeem. Te verwachten is dat het ingeregeld moet worden, en dat kinderziektes zullen optreden.

Aansluiting op het warmtenet kan in het eerste jaar nog wel eens verrassingen opleveren, maar geeft ook aanleiding tot een positief beeld. Als alles lukt, dan bereiken de bewoners van Rijnsaterwoude binnen een aantal jaren het punt waarop zij voor hun verwarming van het gas af zijn. Dat kan gunstig uitpakken in comfort, gebruiksgemak en levensstijl. Bovendien is het duurzaam en naar alle waarschijnlijkheid economisch gunstig.

6 De komende zes maanden

Bij het definitief worden van deze haalbaarheidsstudie heeft 2019 nog exact zes maanden te gaan. Die nuttig besteden begint allereerst met het trekken van een conclusie over de haalbaarheid van TEO. De roadmap hierboven is geschreven vanuit de veronderstelling dat er volgende stappen gezet zullen worden, maar het is aan OWO en de gemeente om daarover te beslissen. Ongeacht de inhoud van deze beslissing ligt nog zeer voor de hand om een tweede bewonersavond te organiseren om deze inhoud toe te lichten, en de volgende stappen te bespreken. Ongeacht deze inhoud ligt evenzeer voor de hand om als bewoners hoe dan ook voort te gaan met het financieren van woningaanpassing, voor zover nodig, en het opzetten van crowdfunding. Linksom of rechtsom zal een collectieve voorziening een belangrijke stap zal zijn in de energietransitie van het dorp, en het vergt geld om daarin een serieuze rol spelen. Welke stappen volgen uit dit alles?

1. Conclusie trekken over haalbaarheid.
2. Bewonersavond.
3. Organisatie van OWO, halen van nieuw mandaat
4. Plan voor collectieve aankoop van maatregelen voor woningaanpassing.
 - a. Voorlichting over financiering daarvan.
5. Plan voor crowdfunding van 3 ton voor een kas om serieus mee te doen aan een collectieve voorziening voor Rijnsaterwoude.

Indien de haalbaarheid van TEO interessant genoeg lijkt, is de eerste stap om aan een intentieovereenkomst te werken. Tweede stap is financiering van Fase 2, zie het slot van par. 3.3.4 voor meer gedetailleerde stappen in die richting, inclusief aanvraag van subsidies. Deze twee laatste stappen kunnen vergaand, of zelfs geheel gezet worden in 2019, als OWO en gemeente verder willen met TEO in Rijnsaterwoude.



7 Toepasbaarheid over de gehele gemeente

In dit hoofdstuk is een globale kanskaart opgesteld van aquathermie (TEO en TEA) voor de gemeente Kaag en Braassem. Deze is gericht op de belangrijkste woonkernen. Tevens is een longlist van kansrijke locaties weergegeven voor de toepassing van TEO en TEA met een beschrijving van de criteria waarop de longlist is bepaald. Op basis van de criteria en de longlist is een inschatting gemaakt of TEO en TEA juist meer of minder zal kosten in een andere woonkern. Het moet expliciet vermeld worden dat de longlist een potentieel lijst is. Een meer gedetailleerde analyse kan afwijken van deze opgesteld longlist.

7.1 KANSENKAART TEO EN TEA

In Figuur 7.1 en Figuur 7.2 zijn globale kanskaarten voor TEO en TEA van de gemeente Kaag en Braassem weergegeven. In de kanskaarten is de geschiktheid van TEO en TEA weergegeven. De geschiktheid van TEO of TEA is afhankelijk van een combinatie van technische, juridische, financiële en organisatorische aspecten. In dit geval zijn de volgende criteria meegenomen om de geschiktheid van TEO en TEA te bepalen:

- 1 Warmtedichtheid [GJ/ha/jaar]: dit is de hoeveelheid warmtevraag binnen een gebied. Bij een hoge warmtevraag zijn de afstanden korter, naar alle waarschijnlijkheid zal een warmtenet dan goedkoper worden. Het warmtenet is vaak de grootste investering, waardoor dit een criterium erg belangrijk is.
- 2 Energetisch potentieel TEO [GJ/jaar]: dit is de hoeveelheid warmte die beschikbaar is in de omgeving van de locatie en overeenkomt met de vraag van de locatie. In het geval het potentieel de vraag overschrijdt zal dit de haalbaarheid vergroten.
- 3 Afstand oppervlaktewater (bij TEO) of afstand tot rioolleidingen/afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI)/afvalwatertransportgemalen (AWTG) (bij TEA): dit zegt iets over de kosten die moeten worden gemaakt om de warmte bij de afnemers te krijgen.
- 4 Percentage meergezinswoningen [%]: het type woningen is een belangrijk criterium voor de haalbaarheid van TEO en TEA. Veel flats hebben blokverwarming, waarbij de cv-ketel op een centrale plek staat. Deze zijn eenvoudiger en goedkoper om aan te sluiten. Bij particuliere koopwoningen is het vaker maatwerk.
- 5 Percentage woningcorporatiebezit [%]: woningen in het bezit van een woningcorporatie bieden organisatorisch vaak minder uitdagingen, omdat de woningcorporatie de stakeholder is die de huurders vertegenwoordigt.
- 6 Percentage bouwjaar na 2000 [%]: veel woningen (ca. 84%) in Kaag en Braassem hebben een bouwjaar voor 2000. Om aan te sluiten op een warmtenet met een 70 °C aanvoertemperatuur of lager zullen veel woningen isolatie besparende maatregelen moeten treffen. Deze investering zal niet voor iedereen haalbaar zijn. Indien er meer woningen met een bouwjaar na 2000 op de locatie zijn, is de drempel voor aansluiting lager.
- 7 Woningvoorraad [-]: dit zegt iets over de mogelijkheid tot opschaling. Als er meer woningen in het gebied zijn, kan er opgeschaald worden. Opschaling zorgt in veel gevallen voor een kostenreductie.

7.2 LONGLIST KANSRIJKE LOCATIES

In Tabel 7.1 en Tabel 7.2 is een longlist kansrijke locaties voor TEO en TEA in de gemeente Kaag en Braassem weergegeven. Bij de kansrijke locaties met vergelijkbare of lagere kosten kan TEO één-op-één worden toegepast op een vergelijkbare manier. Dit houdt in: een TEO-systeem met een warmtenet van 70 °C.

Tabel 7.1 | Longlist kansrijke locaties TEO in de gemeente Kaag en Braassem.

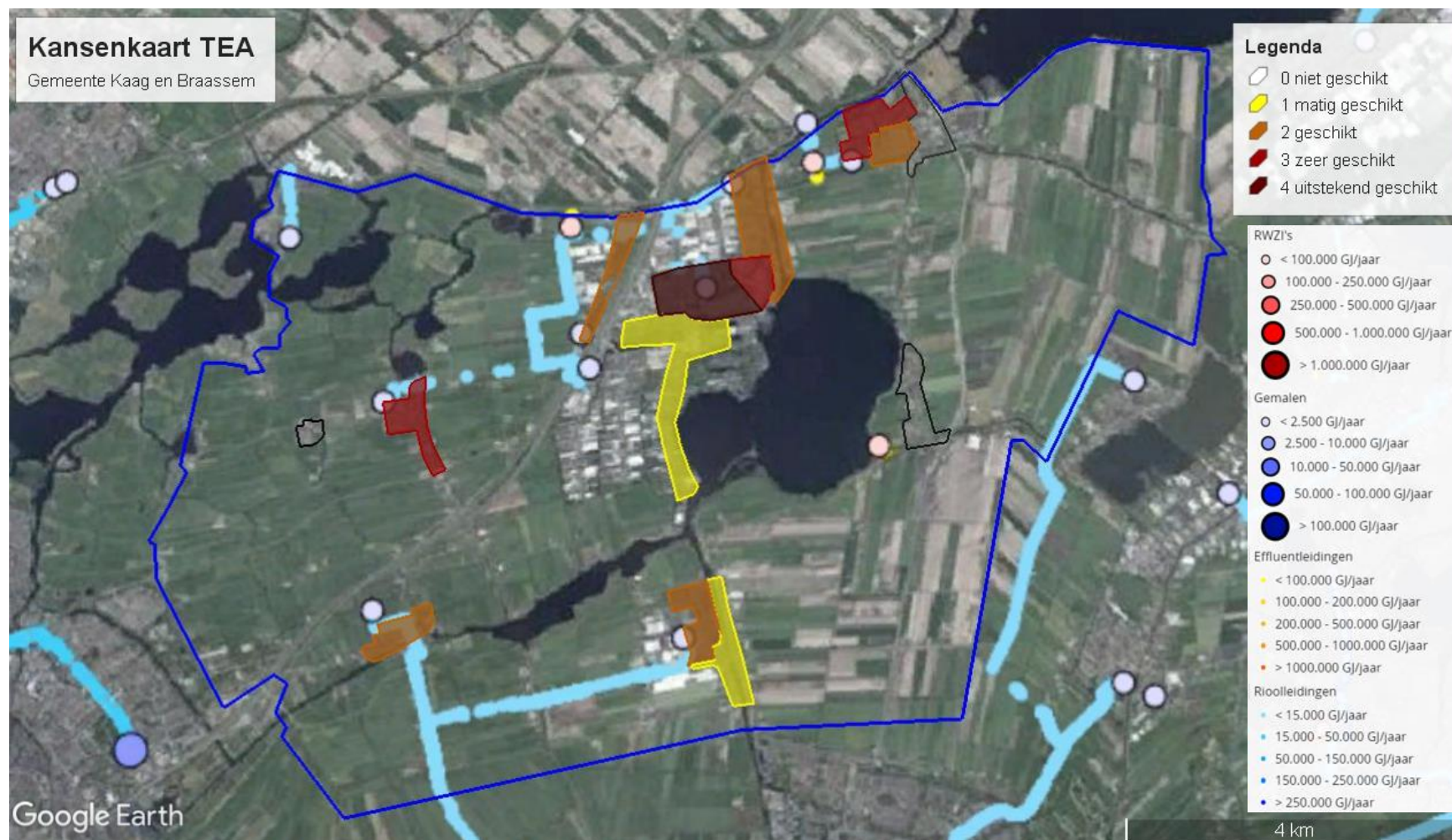
nr.	gemeente	kansrijk	plaats	locatie	oppervlaktewater	kosten t.o.v. Rijnsaterwoude
1	Kaag en Braassem	uitstekend geschikt	Roelofarendsveen	Buurt Burgemeesterswijk	Braassemermeer	lager
2	Kaag en Braassem	zeer geschikt	Roelofarendsveen	Buurt Roelofarendsveen-Noord	Braassemermeer	lager
3	Kaag en Braassem	zeer geschikt	Leimuiden	Buurt Uitbreiding West	Drecht, Ringvaart, Westeinderplassen	lager
4	Kaag en Braassem	geschikt	Roelofarendsveen	Buurt Roelofarendsveen	Braassemermeer	vergelijkbaar
5	Kaag en Braassem	geschikt	Leimuiden	Buurt Verspreide Huizen West	Drecht, Ringvaart, Westeinderplassen	vergelijkbaar
6	Kaag en Braassem	geschikt	Woubrugge	Buurt Woubrugge-West	Wijde Aa, Woudwetering	vergelijkbaar
7	Kaag en Braassem	geschikt	Rijpwetering	Woonkern	Koppoel	vergelijkbaar
8	Kaag en Braassem	geschikt	Woubrugge	Buurt Woubrugge	Wijde Aa, Woudwetering	vergelijkbaar
9	Kaag en Braassem	geschikt	Rijnsaterwoude	Woonkern	Braassemermeer	vergelijkbaar
10	Kaag en Braassem	geschikt	Oude Wetering	Buurt Oude Wetering	Braassemermeer, Oude Wetering	vergelijkbaar
11	Kaag en Braassem	geschikt	Leimuiden	Buurt Leimuiden (woonkern)	Drecht, Ringvaart, Westeinderplassen	vergelijkbaar
12	Kaag en Braassem	matig geschikt	Hoogmade	Woonkern	Kromme Does/Does	hoger
13	Kaag en Braassem	matig geschikt	Oude Ade	Woonkern	Oude-Ade	hoger
14	Kaag en Braassem	matig geschikt	Nieuwe Wetering	Buurt Nieuwe Wetering	Ringvaart en lokaal oppervlaktewater	hoger

Tabel 7.2 | Longlist kansrijke locaties TEA in de gemeente Kaag en Braassem. AWZI = afvalwaterzuiveringsinstallatie, AWTG = afvalwatertransportgemaal.

nr.	gemeente	kansrijk	plaats	locatie	oppervlaktewater	kosten t.o.v. Rijnsaterwoude
1	Kaag en Braassem	uitstekend geschikt	Roelofarendsveen	Buurt Roelofarendsveen-Noord	riolering en AWTG Roelofarendsveen	lager
2	Kaag en Braassem	zeer geschikt	Roelofarendsveen	Buurt Burgemeesterswijk	riolering en AWTG Roelofarendsveen	lager
3	Kaag en Braassem	zeer geschikt	Leimuiden	Buurt Verspreide Huizen West	riolering, AWTG en AWZI Leimuiden	lager
4	Kaag en Braassem	zeer geschikt	Rijpwetering	Woonkern	riolering en AWTG Rijpwetering	lager
5	Kaag en Braassem	geschikt	Woubrugge	Buurt Woubrugge-West	riolering en AWTG Woubrugge	lager
6	Kaag en Braassem	geschikt	Leimuiden	Buurt Uitbreiding West	riolering en AWTG Leimuiden	lager
7	Kaag en Braassem	geschikt	Oude Wetering	Buurt Oude Wetering	riolering en AWTG Oude Wetering	lager
8	Kaag en Braassem	geschikt	Hoogmade	Woonkern	riolering en AWTG Hoogmade	lager
9	Kaag en Braassem	geschikt	Nieuwe Wetering	Buurt Nieuwe Wetering	riolering, AWTG en AWZI Nieuwe Wetering	lager
10	Kaag en Braassem	matig geschikt	Roelofarendsveen	Buurt Roelofarendsveen	riolering en AWTG Roelofarendsveen	vergelijkbaar
11	Kaag en Braassem	matig geschikt	Woubrugge	Buurt Woubrugge	riolering en AWTG Woubrugge	vergelijkbaar
12	Kaag en Braassem	niet geschikt	Rijnsaterwoude	Woonkern	AWZI Rijnsaterwoude	n.v.t.
13	Kaag en Braassem	niet geschikt	Leimuiden	Buurt Leimuiden (woonkern)	riolering en AWTG Leimuiden	n.v.t.
14	Kaag en Braassem	niet geschikt	Oude Ade	Woonkern	-	n.v.t.



Figuur 7.1 | Kansenkaart TEO in de gemeente Kaag en Braassem.



Figuur 7.2 | Kansenkaart TEA in de gemeente Kaag en Braassem. De RWZI's (=AWZI's) < 100.000 GJ/jaar, gemalen ,2.500 GJ/jaar en rioolleidingen, 15.000 GJ/jaar zitten allen in de kleinste schaal.

8 Conclusie en aanbevelingen

8.1 CONCLUSIE

In de voorliggende studie is een verkenning uitgevoerd naar de technisch, financiële en juridische haalbaarheid van thermische energie uit de Braassemermeer. Daarnaast is beschreven wat de impact op de bewoners is en hoe de organisatie kan worden vormgegeven om gezamenlijk 'van het gas af te gaan'. Hieronder is per hoofdstuk een conclusie geformuleerd.

Technische haalbaarheid

Thermische energie uit oppervlaktewater in combinatie met een warmtenet en een warmte- en koudeopslag (WKO) is technisch haalbaar. Bij thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) spelen de kenmerken van een gebied een belangrijke factor in de haalbaarheid van het concept. Het totale energieconcept beslaat uiteindelijk de gebouwen, het oppervlaktewater en de bodem.

- De warmtevraag van de gebouwen in Rijnsaterwoude is significant lager dan het beschikbare potentieel uit oppervlaktewater. Het is dus energetisch haalbaar om de gebouwen te verwarmen. Op basis van het woningbestand, bestaande bouw, is een aanvoertemperatuur van 70 °C voor nu de meest haalbare oplossing.
- Het oppervlaktewater is de bron van warmte. Om Rijnsaterwoude te kunnen verwarmen is minder dan 5% van het totale aanwezige warmtepotentieel in de Braassem benodigd ongeacht of de woningen wel of niet geïsoleerd worden. Deze is beschikbaar in de zomer en zal moeten worden opgeslagen in een warmte- en koudeopslag (WKO).
- De bodem onder Rijnsaterwoude is qua opslagcapaciteit zeer geschikt voor een WKO. Dat betekent dat er veel warmte in één WKO opgeslagen kan worden. Het aantal benodigde WKO's is ingeschat op maximaal 2. Technisch is er voldoende ruimte beschikbaar voor de inpassing van 2 WKO-systemen.

Financiële haalbaarheid

Na deze eerste verkenning van TEO in Rijnsaterwoude lijkt de business case financieel haalbaar. Echter een conclusie over de financiële haalbaarheid is in deze fase niet zo zwart-wit te geven, omdat er op financieel gebied nog veel moet worden uitgezocht. Er zijn ook onzekerheden in de toekomst. Wat gaat de gasprijs doen? Is iets haalbaar, als men het kan betalen? Of is iets haalbaar als het niet duurder is dan een alternatief? In dit geval is vooral de vergelijking gemaakt met een aantal alternatieven. Ook de organisatievorm kan in de financiële haalbaarheid niet onderbelicht blijven, omdat dit kan zorgen voor extra kosten om winst en risico van een onderneming te dekken.

- Het resultaat naar aanleiding van het huidige onderzoek toont aan dat thermische energie uit oppervlaktewater haalbaar is ten opzichte van de huidige situatie met gas. De maandlasten voor de bewoners vallen namelijk binnen een vergelijkbare spreiding.
- De onzekerheid van de spreiding bij gas zit vooral in de toekomstige gasprijs. Terwijl de spreiding van de kosten bij een TEO-systeem voor een belangrijk deel in de organisatievorm zit.
- De absolute spreiding aangenomen in de huidige studie bij een TEO-systeem voor het projectrendement is 0 - 10%, vergelijkbaar met eigen beheer - volledig commercieel. Om dit in perspectief te plaatsen is een rendement van 8% een reële aanname, waarbij een aantal partijen winst wil, maar niet allemaal. Een bedrijfsvorm zonder winstuitkering is zelfs 4% denkbaar.

- De benodigde bijdrage voor een rendement van 4 - 8 % ligt ongeveer tussen 8.500 - 13.500 euro. De totale kosten voor de bewoner zijn nog steeds vergelijkbaar met op gas aangesloten blijven. Wat dat betreft kan dit als financieel haalbaar worden bestempeld.

Echter ligt de financiële haalbaarheid genuanceerder. Niet elke bewoner zal dat geld voor aansluiten contant kunnen betalen. Een belangrijke vervolgvraag is daarom: hoe zal het gefinancierd moeten worden? En wat heeft dat voor invloed op de haalbaarheid? Aan de ene kant wil een bewoner niet meer betalen dan nu. Daarnaast wil een bewoner ook niet te veel risico's lopen qua onverwachte kosten. Aan de andere kant zal een realiserende of exploiterende partij een bepaalde minimale afnamepercentage willen hebben voor een haalbare business case. Vanuit dat opzicht is de financiële haalbaarheid nu minimaal. Om deze haalbaarheid te vergroten zijn subsidies gewenst. Zodat bewoners vertrouwen krijgen in het systeem en zekerheid in de verwachte kosten en dus willen aansluiten, en een onderneming garantie heeft op een minimaal aansluitpercentage. Deze subsidies zouden dan bijvoorbeeld een deel van de bijdrage aansluitkosten (BAK) kunnen vervangen. De financieringsconstructie en de business case per partner is een opgave die in een volgende fase duidelijk moet worden.

Juridische haalbaarheid

Het Hoogheemraadschap van Rijnland ziet op voorhand geen grote bezwaren om warmtewinning te vergunnen, maar zal de vergunningaanvraag moeten afwachten. Pas dan zal Rijnland de door de initiatiefnemer gekozen locaties toetsen aan de hierboven genoemde zorgplichten, meldplichten en vergunningseisen. Algemeen beeld bij projecten rond aquathermie is dat waterschappen een aanvullende hydraulische analyse eisen; de warmtewinning mag aantoonbaar geen effect hebben op de waterkwaliteit.

Duurzaamheid en ruimtelijke impact

TEO is duurzamer dan de huidige situatie met gasketels. Ongeacht de herkomst van de elektriciteit is de CO₂-emissie bij TEO minimaal een derde lager dan bij gas. Het voordeel van TEO is dat het systeem voornamelijk elektriciteit gebruikt, waardoor de duurzaamheid kan worden vergroot door de elektriciteit duurzaam op te wekken. Eén windturbine zou al genoeg zijn om de benodigde elektriciteit op te wekken. Bij zonnepanelen zouden hier qua ruimte maximaal vier voetbalvelden voor nodig zijn. De technische, financiële, juridisch en organisatorische haalbaarheid van een zonnepanelen of een windturbine is nog niet onderzocht. De impact op de bewoner en zijn leefomgeving zit vooral in de aanleg van het systeem. Voor sommige woningen zullen isolatie besparende maatregelen noodzakelijk zijn. De aanleg van een warmtenet in de grond en de aansluiting in de woning op het warmtenet zal daarnaast voor ongemak zorgen.

8.2

AANBEVELINGEN

Technisch, financieel en juridisch haalbaar, duurzaam en met weinig ruimtelijke impact. Moet dat de conclusie zijn, of is TEO financieel-economisch toch behoorlijk lastig? Het is nu aan bewoners, gemeente en anderen om een conclusie te trekken en om vooruit te kijken. De roadmap schetst mogelijkheden voor de komende zes maanden, maar die staan net als het rapport natuurlijk in het licht van de komende decennia. Daarin krijg je de energietransitie niet cadeau, dus ook TEO niet.

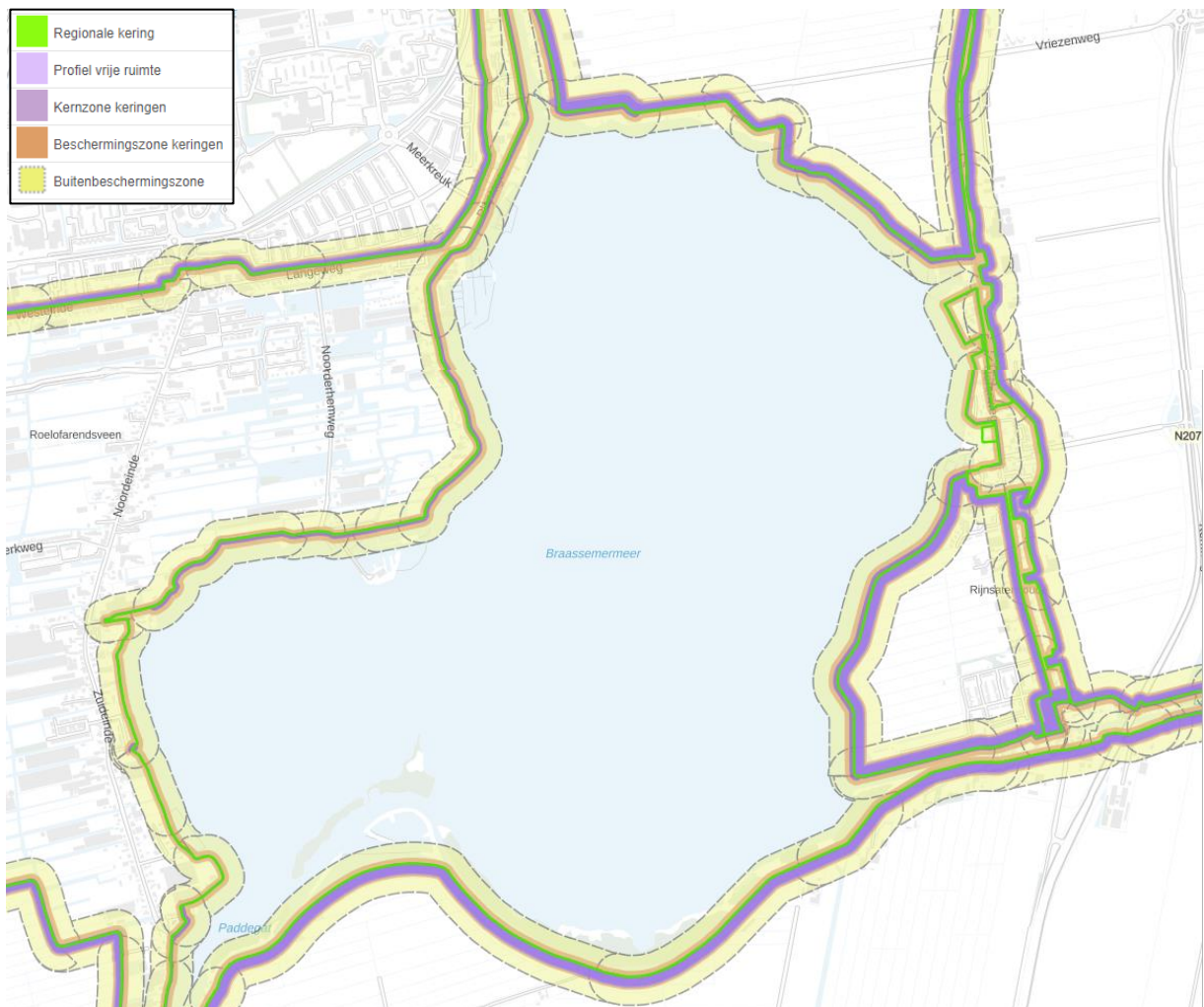
Aanbeveling is om conclusies over dit rapport te trekken in het licht van de komende twintig tot dertig jaar. In dat licht heeft Rijnsaterwoude een opvallende voorsprong genomen op heel veel dorpen en wijken door zich nu al te organiseren en eerste producten voort te brengen, zoals deze

haalbaarheidsstudie. Bouw daarop voort, dat is een eerste aanbeveling. Tweede is om stappen uit de roadmap te volgen.

Die stappen uit de roadmap staan beschreven in par. 6.4. Hier is van belang om nog kort de eerste aanbeveling te onderstrepen. Voortbouwen op wat nu is bereikt in Rijnsaterwoude is daarom van belang, omdat collectieve oplossingen uit alle studies beter naar voren komen dan individuele oplossingen, ook uit deze studie. Daarvoor is echter organisatie nodig en die is er nu in Rijnsaterwoude. Versterk dat en bouw het uit, het scheelt uiteindelijk iedereen tijd, moeite en geld en levert veel extra's op.

9 Bijlage 1

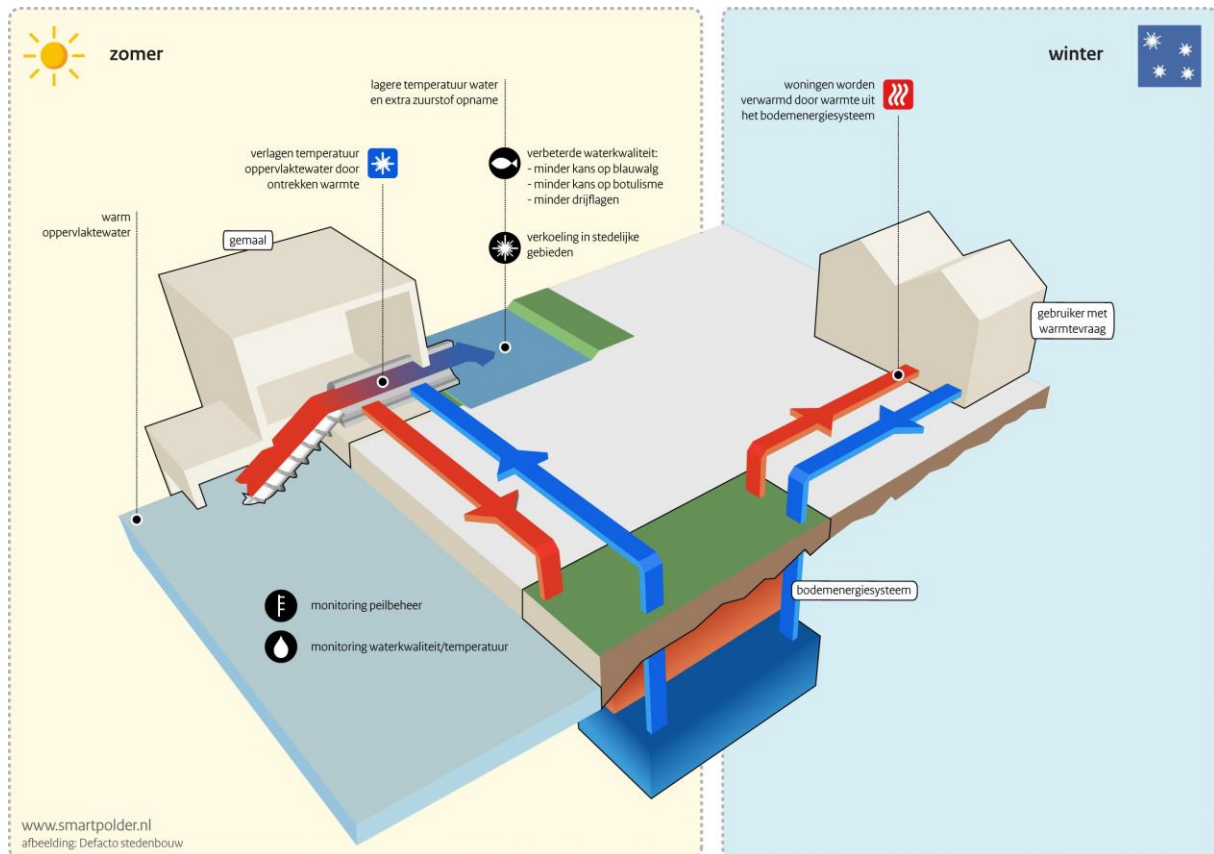
9.1 KAARTEN EN FIGUREN



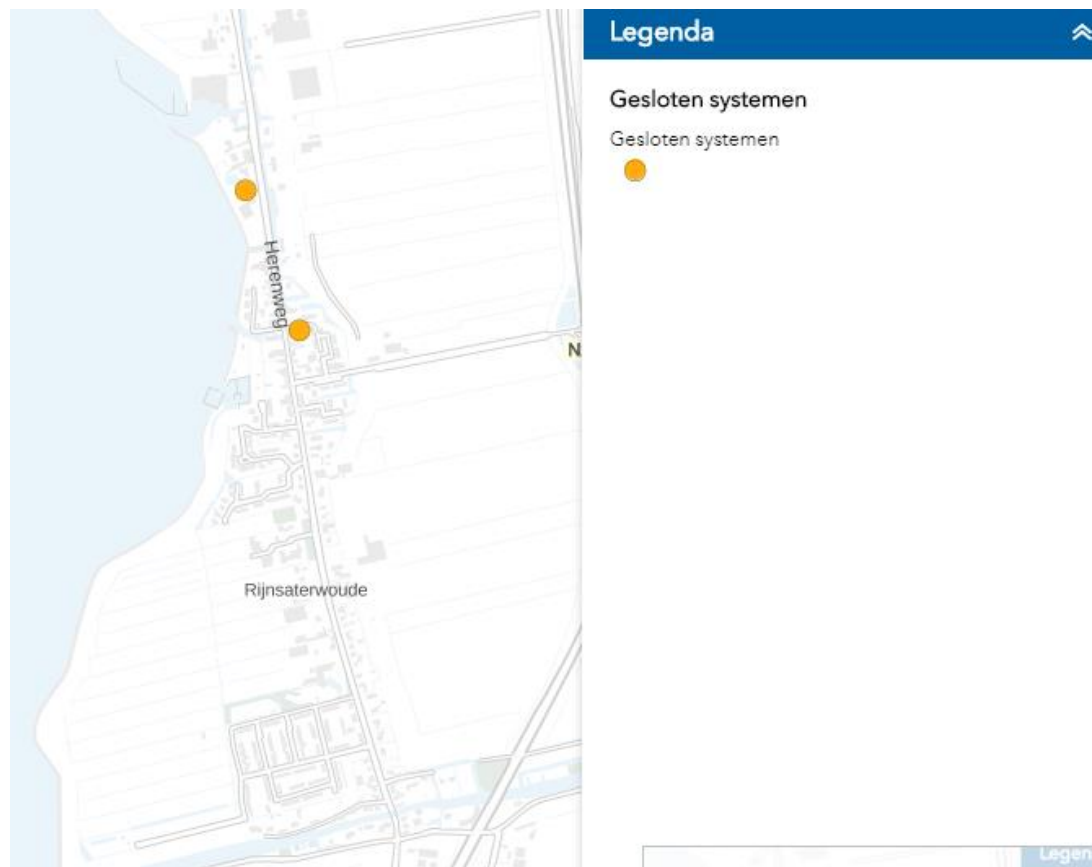
Figuur 9.1 | Het Braassemermeer is omringd door regionale keringen. Bron: Hoogheemraadschap van Rijnland. Kaart Regionale keringen. Geraadpleegd op 24 januari 2019, van <http://rijnland.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Legger-waterkering#>.



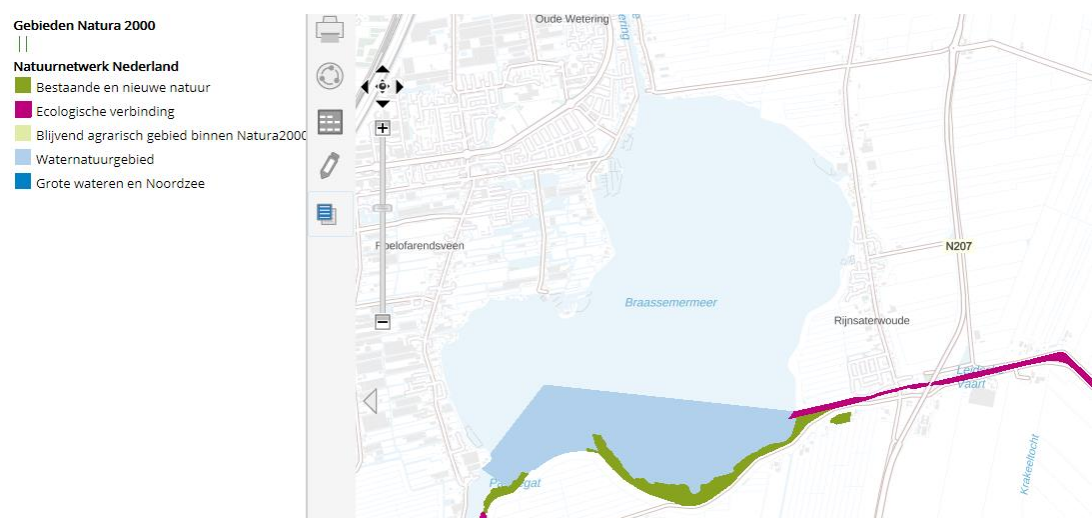
Figuur 9.2 | Het Braassemermeer is omringd door gemalen die overtollig water van de polder naar het meer pompen. Bron: Hoogheemraadschap van Rijnland. Legger oppervlaktewateren. Geraadpleegd op 25 januari 2019, van <http://rijnland.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Legger-watergangen>.



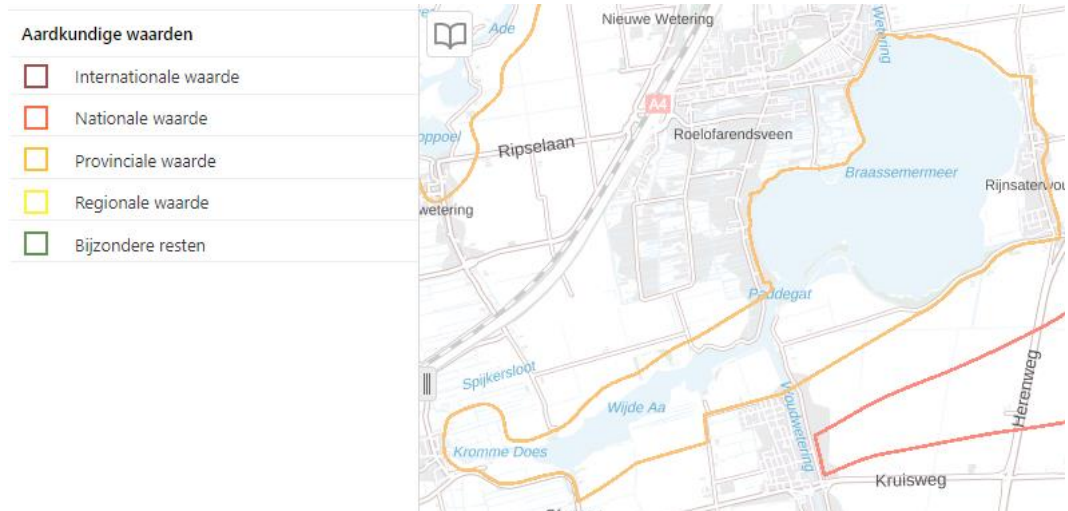
Figuur 9.3 | Schematische weergave Smart polder concept: het gemaal als energiecentrale voor duurzame thermische energie.



Figuur 9.4 | Locaties gesloten bodemenergiesystemen volgens de WKO-tool. Geraadpleegd op 11 februari 2019, van <https://wkotool.nl/v>.



Figuur 9.5 | Natuurbelangen omgeving Rijnsaterwoude.



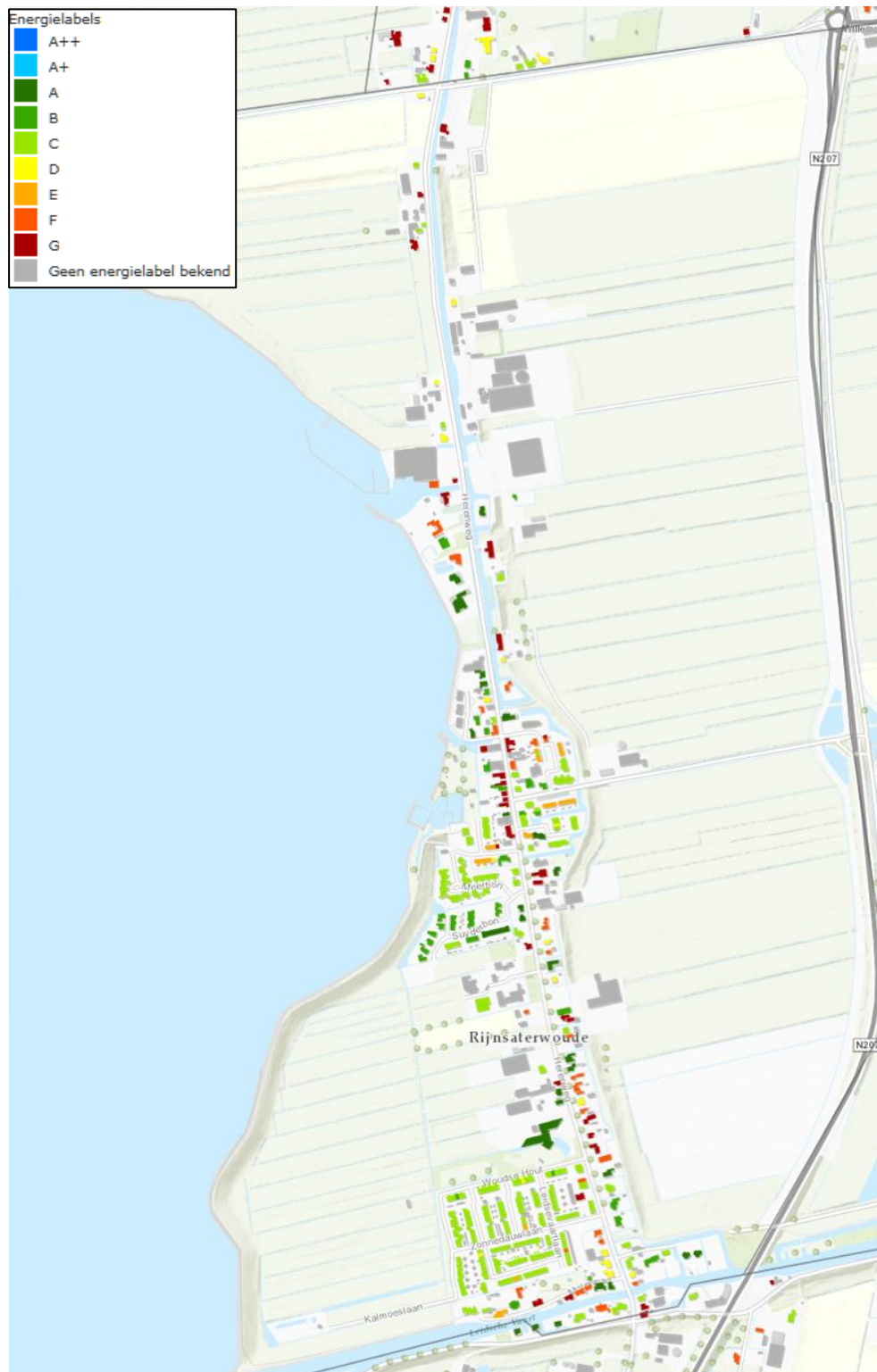
Figuur 9.6 | Kaart aardkundig waardevol gebied waarin Rijnsaterwoude ligt.



Figuur 9.7 | Waterkeringen in de omgeving van Rijnsaterwoude.



Figuur 9.8 | Schetsontwerp warmtenet. Het warmtenet wordt gevoed vanuit een centrale technische ruimte met een warmtepomp/gasketel. Idealiter ligt het WKO-systeem en het TEO-systeem dicht bij elkaar. Een zoekgebied is aangegeven met de gele ellips. Het blauw geruite rechthoek geeft de grootte van de benodigde zonneweide (perceel met zonnepanelen) oppervlakte weer. De ingetekende onderdelen zijn indicatief en deze weergave is geenszins een detailontwerp.



Figuur 9.9 Afgemelde en voorlopige energielabels in de buurt Rijnsaterwoude. Deze figuur geeft een indicatie van het energielabel en bevat niet voor alle gebouwen definitief vastgestelde energielabels. Bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland. Geraadpleegd op 25 januari 2019, van <https://warmtetransitieatlas.zuid-holland.nl/webappbuilder/apps/496/>.

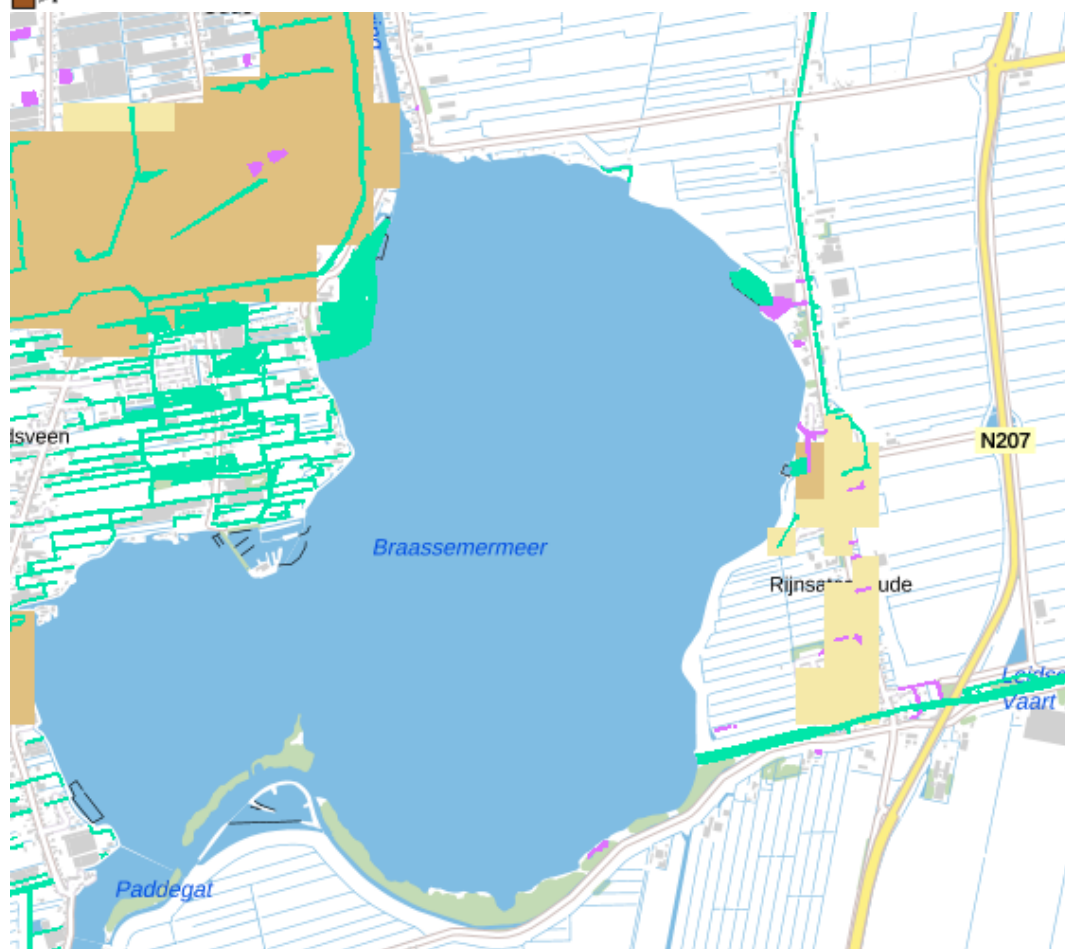
Klimaat effecten

Risico opwarming oppervlaktewater

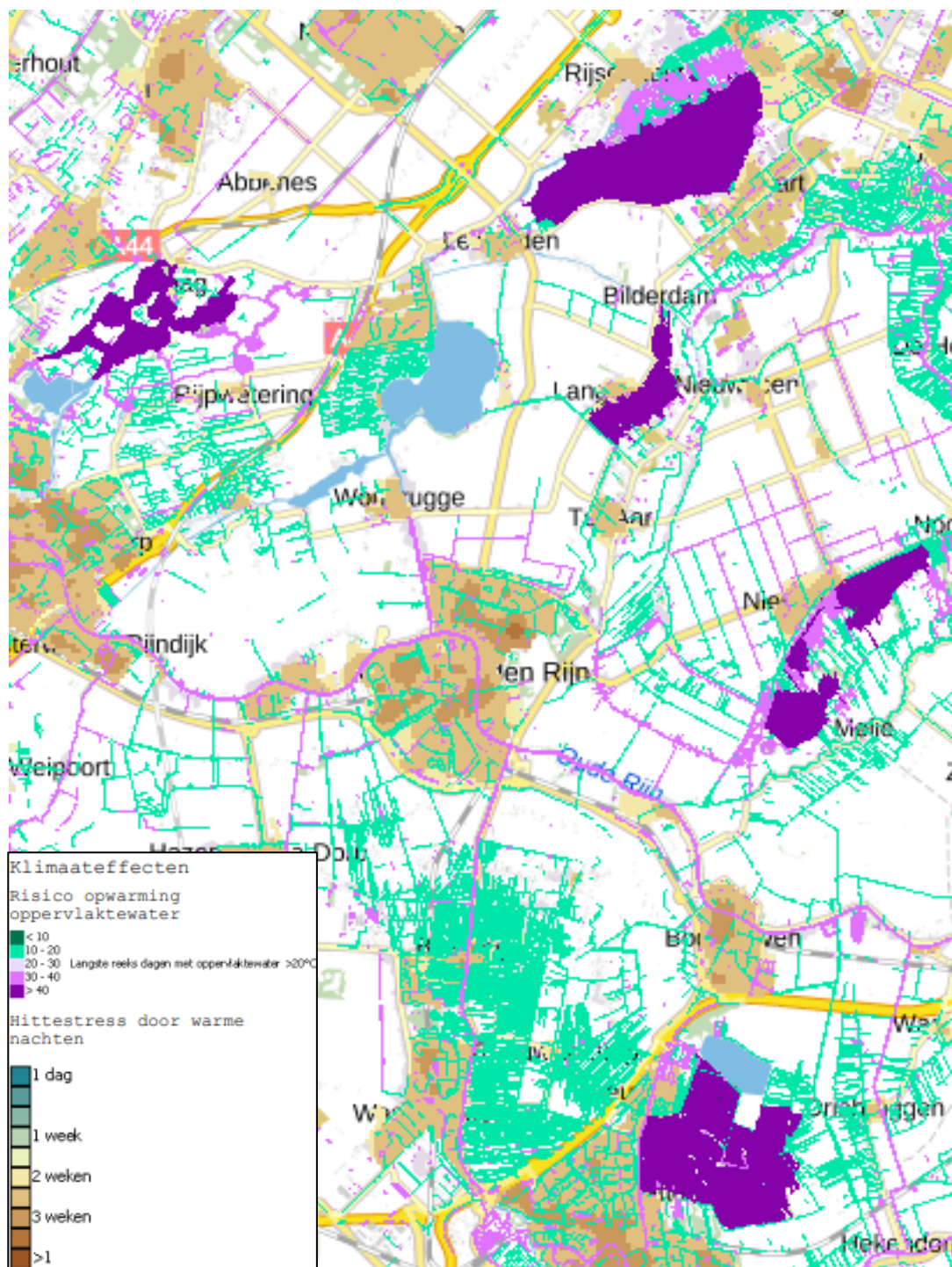
- < 10
- 10 - 20
- 20 - 30 Langste reeks dagen met oppervlaktewater >20°C
- 30 - 40
- > 40

Hittestress door warme nachten

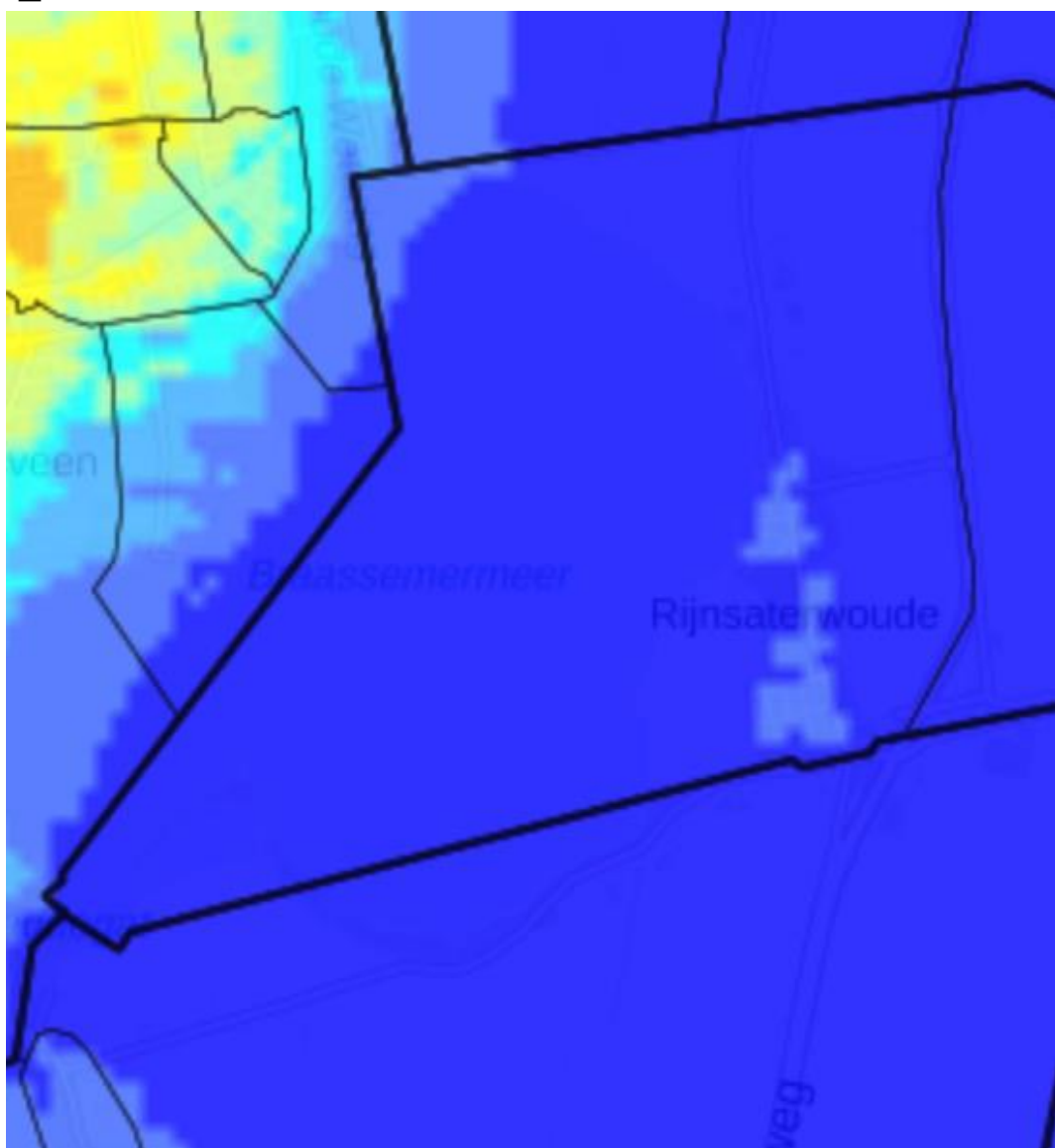
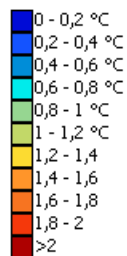
- 1 dag
- 1 week
- 2 weken
- 3 weken
- > 1



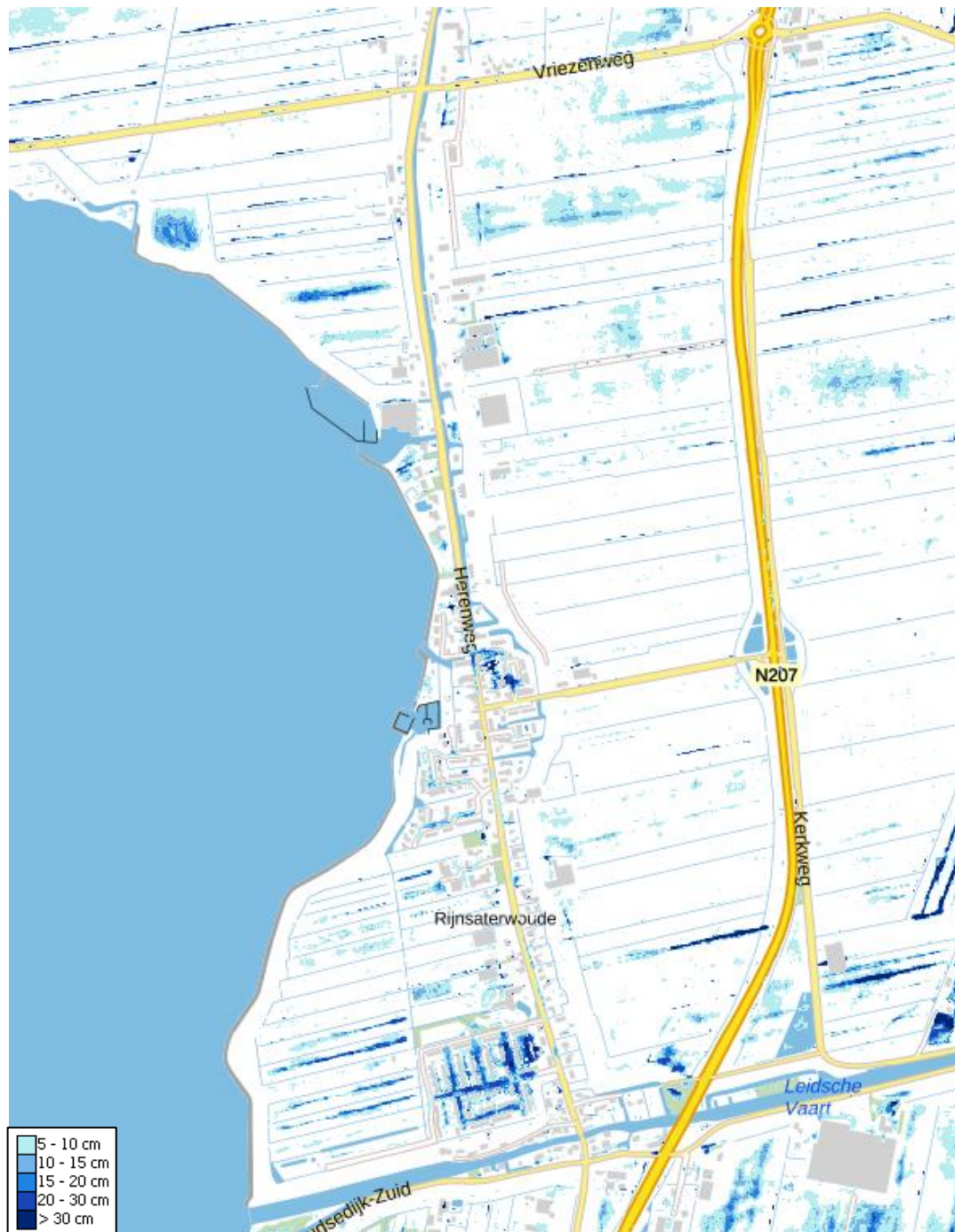
Figuur 9.10 | Risico opwarming oppervlaktewater en hittestress door warme nachten in Rijnsaterwoude (klimaat scenario 2050WH). Bron: Klimateffectatlas. Geraadpleegd op 19 april 2019, van <http://www.klimateffectatlas.nl/nl/>.



Figuur 9.11 | Risico opwarming oppervlaktewater en hittestress door warmte nachten in omgeving Rijnsaterwoude (klimaatscenario 2050WH). Bron: Klimaat effect atlas. Geraadpleegd op 19 april 2019, van <http://www.klimaat effect atlas.nl/>.



Figuur 9.12 | Stedelijk hitte eiland effect. Bron: Atlas Natuurlijk Kapitaal. Deze kaart geeft het stedelijk hitte-eiland effect (UHI) weer in °C. Dit is het gemiddelde luchttemperatuur verschil tussen de stedelijke en omliggende landelijke gebieden. Geraadpleegd op 19 april 2019, van <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/kaarten>.



Figuur 9.13 | Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag. Deze kaart geeft een indicatie van de maximale waterdiepte die op een plek kan optreden als gevolg van kortdurende intense neerslag. Voor de modellering is een bui gebruikt van 70 mm in 2 uur. Onder het huidige klimaat komt deze bui circa 1 keer in de 100 jaar voor. Bron: Klimateffectatlas. Geraadpleegd op 19 april 2019, van <http://www.klimaatvalleienveluwe.nl>.

9.2 TABELLEN

Tabel 9.1 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem.

onderwerp		toelichting
bodemopbouw		
doorlaatvermogen	✓	geschikt
dikte pakket	✓	voldoende dik
grondwater		
grondwaterstand	✓	0,6 m-mv (0,52 - 0,81 m-mv) (bron: peilbuis B31A0167)
stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket	✓	4,1 m-mv (4,0 - 4,2 m-mv) (bron: peilbuis B31A0115)
stijghoogte 2 ^e watervoerend pakket	✓	4,1 m-mv (3,9 - 4,3 m-mv) (bron: peilbuis B31A0115)
artesisch grondwater	⚠ 1	aanwezig in het zuidelijke gedeelte van Rijnsaterwoude
grondwaterstroming	✓	< 5 m/jaar in ONO richting
zoet-/brak/zout-overgangen	✓	zoet-/brakgrensvlak: circa 20 m-mv, brak-/zoutgrensvlak: circa 50 m-mv, geen beïnvloeding verwacht
gas	⚠	gasdruk tussen 2-3 atm, hier moet rekening mee gehouden worden met het ontwerp
deeltjes	✓	geen verhoogd risico op deeltjes
redox	✓	geen redoxovergang in opslagpakket
temperatuur opslagpakket	✓	circa 11 - 12,5 °C (op respectievelijk 50m - 140 m diepte)
belangen		
bodemenergieplan of interferentiegebied	✓	niet gelegen in bodemenergieplan of interferentiegebied
grondwatergebruikers	✓	geen andere grondwatergebruikers binnen 1.500 m van de locatie
gesloten bodemenergiesystemen	⚠ 2	twee nabijgelegen gesloten bodemenergiesystemen (bron: WKOtool)
zettingen	⚠ 6	zettingen kunnen invloed hebben op waterkeringen
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone, nabij een waterwingebied
natuurbelangen	⚠ 3	ten zuiden van Rijnsaterwoude bevindt zich een ecologische verbindingszone. deze ligt echter binnen de regionale waterkeringen dus worden hier geen problemen verwacht.
archeologie	✓	redelijk tot hoge verwachting archeologische waarden
aardkundig waardevol gebied	⚠ 4	gelegen in een aardkundig provinciaal waardevol gebied.
verontreinigingen	⚠ 5	bodemverontreiniging vooral aanwezig in oppervlakkige lagen
waterkering	⚠ 6	regionale waterkeringen aanwezig binnen 1.000 m
spoor	✓	geen spoor aanwezig binnen circa 1.000 m
begraafplaats	⚠ 7	begraafplaats aanwezig binnen circa 1.000 m
ondergrondse infrastructuur	⚠	bronnen worden geplaatst in opdracht van de gemeente, hierdoor verwachten we dat de bronnen en infra geplaatst zullen worden op gemeentegrond.
lozingen	✓	beperkt debiet is toegestaan op het riool, wellicht is na overleg met hoogheemraadschap Rijnland lozing op het Braassemermeer mogelijk.
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering		

Tabel 9.2 | Energetische input en output parameters van het energetische concept collectieve WKO en TEO.

parameter	eenheid	base case	optimalisatie warmtenet en isolatiemaatregelen
bron en opslag (TEO en WKO)			
minimale uitkoeling oppervlaktewater	°C	3,0	3,0
maximale uitkoeling oppervlaktewater	°C	6,0	6,0
minimale lozingstemperatuur oppervlaktewater	°C	12,0	12,0
minimale onttrekkingstemperatuur oppervlaktewater	°C	15,0	15,0
infiltratietemperatuur koude WKO	°C	7,0	7,0
minimaal debiet oppervlaktewater	m ³ /h	265	175
minimaal debiet WKO	m ³ /h	155	120
aantal WKO dubletten	-	1-2	1-2
gemiddelde infiltratietemperatuur warmte	°C	16,9	16,9
temperatuur warmeleiding	°C	13 - 25	13 - 25
temperatuur koudeleiding	°C	7 - 12	7 - 12
warmteverlies distributienet	%	0	0
technische ruimte			
maximale COP warmtepomp	-	3,4	3,4
Seasonal Performance Factor (SPF) warmtepomp ³³	-	3,1	3,1
warmte productie totaal	MWh/jaar	9.000	6.100
vermogen productie totaal	MW	3,6	3,4
aandeel warmtepomp vermogen	%	50	50
aandeel gasketel vermogen	%	50	50
aandeel warmtepomp energie	%	94	94
aandeel gasketel energie	%	6	6
warmtenet			
temperatuur warme leiding (aanvoer)	°C	70	70
temperatuur koude leiding (retour)	°C	40	40
warmteverlies distributienet	%	15	15
aansluitingen gebouwen			
aantal aansluitingen	-	546	515
warmtebehoefte gebouwen	MWh/jaar	7.800	5.290

³³ SPF is de gemiddelde COP gedurende een jaar. Het is de verhouding tussen nuttig geleverde warmte en benodigde elektriciteit van de warmtepomp.

Tabel 9.3 | Uitgangspunten financiële analyse.

parameter	eenheid	waarde
Algemeen		
vereist projectrendement (RRR)	%	6,0
aandeel eigen vermogen	%	100
vennootschapsbelasting (schijf 1 tot 200 k€)	%	19,0
vennootschapsbelasting (schijf 2)	%	25,0
CAPEX		
indexering investeringskosten	%	2,0
project looptijd	jaar	30
afschrijving	jaar	15
startjaar investering	jaar	0
herinvestering bron	jaar	> 30
herinvestering WKO	jaar	> 30
herinvestering warmtepomp	jaar	15
herinvestering gasketel	jaar	15
herinvestering warmtewisselaars	jaar	15
herinvestering distributie-/warmtenet	jaar	> 30
OPEX		
indexering operationele kosten	%	2,0
startjaar operatie	jaar	1
netbeheerder elektriciteit	-	Liander
elektriciteitsprijs zakelijk	€/kWh	0,076
gasprijs zakelijk	€/m³	0,54
omzet		
indexering operationele kosten	%	2,0
startjaar omzet	jaar	1
subsidies en eenmalige inkomsten		
bijdrage aansluitkosten (BAK)	€/aansluiting	0
energie-investeringsaftrek (EIA)	%	11% van CAPEX duurzame investeringen
startjaar inkomsten	jaar	0

Tabel 9.4 | Kosten collectieve WKO en TEO, individuele gasketels en individuele warmtepompen.

parameter	eenheid	WKO en TEO	individuele gasketels	all-electric individuele lucht/water-warmtepompen
CAPEX				
WKO/open bodemenergiesysteem	€	400.000	-	-
TEO/regeneratiesysteem	€	300.000	-	-
distributienet WKO en TEO	€	90.000	-	-
warmtenet (inclusief afleverset)	€	6.940.000	-	-
energiecentrale: warmtepomp(en)/gasketels	€	990.000	1.090.000	6.190.000
gebouw technische ruimte	€	100.000	-	-
ontwerp- & advieskosten (excl. warmtenet)	€	280.000	160.000	930.000
afsluiten gas	€	370.000	-	370.000
aansluitkosten nutsvoorzieningen	€	50.000	-	40.000
onvoorzien	€	380.000	220.000	1.240.000
totaal	€	9.890.000	1.470.000	8.770.000
OPEX				
elektriciteit (vast + variabel)	€/jaar	280.000	-	580.000
gas (vast + variabel)	€/jaar	32.000	600.000	-
onderhoud en beheer WKO	€/jaar	8.000	-	-
onderhoud en beheer TEO	€/jaar	6.000	-	-
onderhoud en beheer distributie-/warmtenet	€/jaar	170.000	-	-
onderhoud en beheer energiecentrale	€/jaar	31.000	66.000	250.000
management/administratie/facturatie	€/jaar	33.000	-	-
totaal	€/jaar	560.000	660.000	820.000
subsidies en eenmalige inkomsten				
energie-investeringsaftrek (EIA)	€	210.000	-	-
investeringssubsidie duurzame energie (ISDE)	€	-	-	1.150.000

Tabel 9.5 | Klimaatadaptatie meekoppelkansen.

Klimaatadaptatie koppelingen				
maatregel		koppeling TEO	effecten	meervoudigheid
	infiltratie riool	• aanleg leiding tracé, TEO en WKO • aanleg warmtenet • koppeling met rioolvervanging	Water op de straat • afkoppeling lokaal hemelwater gebouwen van afnemers	• straat één keer open • werk met werk maken • blended finance • minder schade droogte en wateroverlast
	tegels eruit, open verharding erin.	• aanleg leiding tracé, TEO en WKO • aanleg warmtenet • koppeling met rioolvervanging	Water op de straat • infiltratie neerslag Hittestress • groen en verdamping • beleving ruimte	• straat één keer open • werk met werk maken • minder schade droogte en wateroverlast
	ontharden en bodem verbeteren: tegels eruit, groen erin	• aanleg leiding tracé, TEO en WKO • aanleg warmtenet hoofdtracé • aanleg warmtenet aansluiting voortuin	Water op de straat • infiltratie neerslag Hittestress • groen en verdamping • beleving ruimte	• straat één keer open • werk met werk maken • minder schade hittestress, droogte en wateroverlast
	open water kanalen	• uitlaat TEO in vorm van kanaal of kunstwerk	Water op de straat • afkoppeling hemelwater • waterbergingscapaciteit Hittestress • groen en verdamping (riet) Waterkwaliteit • doorstroming en afkoeling	• straat één keer open • blended finance • minder schade hittestress, droogte en wateroverlast

Tabel 9.5 | Klimaatadaptatie meekoppelkansen (vervolgd).

Klimaatadaptatie koppelingen				
maatregel		koppeling TEO	effecten	meervoudigheid
	greppels en natuurvriendelijke wadi's	• aanleg leiding tracé, TEO en WKO • aanleg warmtenet • koppeling met rioolvervanging	Water op de straat • afvoer en afkoppeling hemelwater • infiltratie • waterbergingscapaciteit Hittestress • groen en verdamping (riet)	• straat één keer open • blended finance • minder schade hittestress, droogte en wateroverlast
	open goten en holle wegen	• aanleg leiding tracé, TEO en WKO • aanleg warmtenet	Water op de straat • afvoer en afkoppeling hemelwater • infiltratie	• straat één keer open • blended finance • minder schade droogte en wateroverlast
	doorstromen en afkoelen oppervlaktewater	• warmtewinning TEO en lozen van koude	Water op de straat • afkoppeling hemelwater Hittestress • groen en verdamping (riet) Waterkwaliteit • doorstroming en afkoeling	• baten waterschap • vermeden kosten • blended finance • minder schade hittestress

9.3 RANDVOORWAARDEN TEO HOOGHEEMRAADSCHAP RIJNLAND

- 1 Het lozingswater dient evenveel of meer zuurstof te bevatten als het inlaatwater.
- 2 Het pH verschil tussen het ontvangende water en het te lozen water mag niet meer bedragen dan 1.
- 3 Er mogen geen additieven (aangroeiremmers e.d.) worden toegevoegd.
- 4 Om te voorkomen dat organismen worden ingezogen dienen adequate maatregelen genomen te worden op het inlaatpunt. De CIW beoordelingssystematiek voor koelwaterlozingen biedt hier voldoende handvatten voor.
- 5 Bij voorkeur wordt gewerkt met een hydraulisch gesloten systeem.
- 6 Indien een open systeem wordt gebruikt, moet duidelijk zijn welke stoffen in welke hoeveelheid worden geloosd op het oppervlaktewater. Hier kunnen beperking aan worden gesteld.

Boezem

De Boezem bestaat uit brede boezemkanalen en plassen. De migratieroutes voor vis zijn beperkt doordat in de boezem de afstanden over het algemeen groot zijn en alternatieve routes er niet of te ver zijn. Knelpunten moeten dus ter hoogte van de lozing worden opgelost.

- 7 In de boezem wordt een mengzone gedefinieerd, die max. 75% van de natte doorsnede beslaat van het boezemwater. De mengzone wordt begrensd door de lijn waar de temperatuur 3 °C kouder is dan op het referentiepunt.
- 8 In de mengzone mag geen natuurvriendelijke oever, vispassage, sluizen of gemaal gelegen zijn.
- 9 De mengzone wordt met een eenvoudig model (de handreiking Koelwater biedt hiervoor handvatten; lit. 12) vastgesteld.
- 10 Het referentiepunt voor de temperatuur meting is circa 2 km stroomopwaarts in de boezem gelegen.

Polder

In de peilvakken is over het algemeen het watersysteem goed vertakt zodat alternatieve routes hier voldoende mogelijk zijn. Om de vismigratie te borgen moeten vissen vrijelijk tussen de peilvlakken onderling en naar de boezem kunnen zwemmen. Knelpunten in de migratie moet dus worden opgelost bij de vispassages, sluizen en gemalen.

- 11 In de peilvlakken wordt een mengzone gedefinieerd, die begrensd wordt door de lijn waar de temperatuur 3 °C kouder is dan op het referentiepunt.
- 12 De mengzone mag max. 50% van het peilvlak beslaan.
- 13 In de mengzone mogen geen natuurvriendelijke oever, vispassage, sluizen of gemaal gelegen zijn.
- 14 De mengzone wordt met een eenvoudig model (de handreiking Koelwater biedt hiervoor handvatten; lit. 12) vastgesteld.
- 15 Het referentiepunt voor de temperatuurmetingen is in een bovenstrooms peilvak gelegen. Als een bovenstrooms peilvak niet aanwezig is dan zal de temperatuur in een vergelijkbaar peilvak zonder invloed van koud of warmwaterlozingen worden gemeten.

Plassen

Plassen zijn zeer divers van karakter. Ze kunnen geïsoleerd zijn of onderdeel uitmaken van de boezem. Ze kunnen verschillen in oppervlakte en diepte. Afhankelijk van de diepte treedt er stratificatie op. Daarom is het lastig een generiek beoordelingskader te geven. Wel zijn er een aantal aandachtspunten. In diepe plassen kan door een lozing de stratificatie verschuiven of zelfs geheel verdwijnen. Over het algemeen geldt dit voor grote lozingen. Voor kleine lozingen is dit minder relevant. Voor ondiepe niet geïsoleerde plassen kan de systematiek van boezems worden toegepast. Echter bij grote meren is het niet wenselijk dat 75% van de plas bestaat uit een mengzone. Hier kan een lager percentage gekozen worden. Om bovengenoemde reden zal het beoordelen van koude lozing in een plas altijd maatwerk zijn.

9.4

SUBSIDIE OVERZICHT

Provincie Zuid-Holland

Lokale initiatieven energietransitie, subsidie

- <https://www.zuid-holland.nl/loket/subsidies/subsidies/@16784/lokale-initiatieven/>

Energie op bedrijventerreinen

- <https://www.zuid-holland.nl/loket/subsidies/subsidies/@21504/energie/>

Energietransitie in mobiliteit (§ 16 SRM 2017)

- <https://www.zuid-holland.nl/loket/subsidies/subsidies/@17991/energietransitie/>

Kansen voor West II (EFRO)

- <https://www.zuid-holland.nl/loket/subsidies/subsidies/@10094/kansen-west-ii-efro/>

Groen, subsidieregeling Zuid-Holland 2016 (Srg), subsidie

- <https://www.zuid-holland.nl/loket/subsidies/@14778/srg/>

Gebiedsprogramma's groen Zuid-Holland 2016 (Sgg), subsidie

- <https://www.zuid-holland.nl/loket/subsidies/@14779/sgg/>

Belastingdienst

Energie-investeringsaftrek (EIA) (= voor bedrijf, vereniging of stichting)

- <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/energie-investeringsaftrek-eia>
 - Duurzame Energie
(https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/12/116465_EIA_Energielijst_2019.pdf)
 - Duurzame warmte
(https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/12/116465_EIA_Energielijst_2019.pdf)
 - > Zonnecollectorsysteem voor verwarmen
 - > Dak- of gevelpanelen met geïntegreerde zonnecollector
 - > Warmte- of koudeopslag in de bodem (aquifer)
 - > Grondwarmtewisselaar
 - Duurzame elektriciteitsopwekking
(https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/12/116465_EIA_Energielijst_2019.pdf)
 - > Zonnepanelen voor elektriciteitsopwekking
 - > Zonnepanelen voor elektriciteitsopwekking, niet aangesloten op elektriciteitsnet
 - > Accu voor opslag van duurzaam opgewekte elektriciteit
 - Energieadvies en maatwerkadvies
(https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/12/116465_EIA_Energielijst_2019.pdf)
 - > Energieadvies
 - > Maatwerkadvies

RVO.NL

Investeringsubsidie duurzame energie ISDE

- <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/investeringsubsidie-duurzame-energie-isde>
 - ISDE Particulieren
<https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/investeringsubsidie-duurzame-energie-isde/particulieren/algemeen>
 - > Warmtepompen
 - > Biomassaketels
 - > Pelletkachels
 - > Zonneboilers

Subsidie energiebesparing eigen huis voor VvE

- <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/subsidie-energiebesparing-eigen-huis>

Stimulering Duurzame Energieproductie (= Bedrijven en (non-profit)instellingen)

- <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie>

Verbreiding SDE+ (SED++)

- <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2018/11/26/kamerbrief-over-verbreiding-van-de-sde>

TSE Hernieuwbare energie

- <https://mijn.rvo.nl/tse-hernieuwbare-energie>

Risico's dekken voor aardwarmte 2017

- <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/risicos-dekken-voor-aardwarmte-2017>

Hernieuwbare Energie (Topsector Energie)

- <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/subsidies-energie-innovatie-topsector-energie/hernieuwbare-energie>

Zonne-energie

- <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/zonne-energie>

IF Technology **Creating energy**



IF Technology **Creating energy**