

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) Bodegraven-Reeuwijk

Haalbaarheidsstudie



Datum 1 februari 2019
Referentie 68261/WH/20190201
Betreft Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) Bodegraven-Reeuwijk - Haalbaarheidsstudie
Behandeld door Frank Niewold en Femke van Aken
Gecontroleerd door Barry Scholten en Henk de Jonge
Versienummer Definitief

OPDRACHTGEVER

Gemeente Bodegraven-Reeuwijk
mevrouw J. de Graaf
Postbus 401
2410 AK Bodegraven
T (0172) 522 522
jdegraaf@bodegraven-reeuwijk.nl

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond en doelstellingen	5
1.2 Plan van Aanpak	5
1.2.1 Inventarisatie uitgangspunten	5
1.2.2 Energieconcept	5
1.2.3 Business case	5
1.2.4 Scan stakeholders en juridische voorwaarden	6
1.3 Leeswijzer	6
2 Inventarisatie	7
2.1 Quickscan gebied en gebouwen	7
2.1.1 Kenmerken gebied en gebouwen	7
2.1.2 Warmte- en koudevraag	12
2.2 Quickscan bodem	13
2.2.1 Bodemopbouw	13
2.2.2 Geohydrologie	14
2.2.3 Haalbare broncapaciteit	19
2.3 Quickscan oppervlaktewater	19
2.3.1 Eigenschappen en energetisch potentieel oppervlaktewater	20
2.3.2 TEO-systeem	20
2.3.3 Randvoorwaarden TEO	26
3 Technisch kader	30
3.1 Energie concept	30
3.1.1 Algemeen	30
3.1.2 Energetische analyse	30
3.1.3 Principeschema	32
3.2 Impact leefomgeving	34
3.2.1 Zonnepaneel- en windturbine equivalenten	35
4 Business case	37
4.1 Financiële analyse	37
4.1.1 Uitgangspunten financiële analyse	37
4.1.2 Total cost of ownership en terugverdientijd	37
4.1.3 Exploitatiemodel	40
4.2 Duurzaamheid	42
5 Organisatorisch en juridisch kader	46
5.1 Stakeholders	46
5.2 Scan juridische voorwaarden	47
6 Conclusies en aanbevelingen	48
6.1 Conclusie	48
6.2 Aanbevelingen	50
6.2.1 Vervolgstappen TEO voor een specifieke wijk	50
6.2.2 Opstellen intentieovereenkomst	51

6.2.3 Vervolgstappen TEO voor gemeente Bodegraven-Reeuwijk	51
7 Afkortingen	54
8 Bijlagen	55
Bijlage 1	55
1.1 Kaarten gebouwtypen	55
1.2 Kaarten bouwperiode gebouwen	55
Bijlage 2	62
2.1 Quicksan Bodem	62

1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND EN DOELSTELLINGEN

De gemeente Bodegraven-Reeuwijk heeft de ambitie om als gemeente in 2035 energieneutraal te zijn. Duurzaamheid is een onderwerp dat steeds nadrukkelijker aanwezig is op de bestuurlijke agenda. Zowel vanuit bewoners en bedrijven als de landelijke overheid wordt een zorgvuldige en daadkrachtige aanpak verwacht van de lokale overheden. Tijdens de collegebijeenkomst op 25 mei 2018 is de route naar een klimaat neutrale gemeente verkend. Hierbij is door IF Technology (IF) ingebracht dat de Reeuwijkse Plassen in potentie beschikt over energie om veel woningen mee te verwarmen. Lokale warmtenetten op basis van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) kunnen een belangrijke oplossing zijn om de duurzaamheidsambitie te realiseren.

Gemeente Bodegraven-Reeuwijk heeft IF gevraagd om de kansen voor TEO te onderzoeken voor een drietal gebieden. Naast het inzichtelijk maken van de kansrijkheid en het beschikbare potentieel van TEO, dienen tevens de noodzakelijke maatregelen en de hiermee gepaard gaande kosten inzichtelijk te worden gemaakt. In voorliggende studie is technische en financiële haalbaarheid uitgewerkt.

1.2 PLAN VAN AANPAK

1.2.1 Inventarisatie uitgangspunten

Met de inventarisatie zijn de benodigde gegevens bij de diverse relevante stakeholders opgehaald. Aan de hand van deze informatie zijn alle omgevingskenmerken geïnventariseerd en waar nodig zijn ontbrekende gegevens aangevuld op basis van kengetallen en ervaringsgetallen. Deze gegevens vormen de basis van de haalbaarheidsstudie.

Verder zijn de gebiedskenmerken geïnventariseerd bij de gemeente, waterschap, provincie en andere belanghebbenden. Belangrijke gegevens zijn:

- kenmerken watersysteem;
- bodemopbouw en omgevingsbelangen grondwater;
- identificeren potentiële afnemers energie (warmte en/of koude);
- inventarisatie en uitgangspunten energievraag, vermogens en temperatuurregimes afnemers;

1.2.2 Energieconcept

De gegevens uit de inventarisatie vormen de basis van de haalbaarheidsstudie. In het energieconcept worden de kenmerken van de gebouwen gekoppeld aan de kenmerken van de duurzame warmtebron (TEO) en het opslagsysteem (WKO). Het energieconcept omvat een schets van het totale systeem en de globale dimensies van WKO, TEO, transport en distributienet, waarmee de ruimtelijke impact van WKO en TEO duidelijk wordt. Op deze manier kan de technische en energetische haalbaarheid van het energieconcept worden bepaald. De demarcatie ligt na de warmtepomp of afleverzet in de technische ruimte van het gebouw.

1.2.3 Business case

In een financiële analyse worden de CAPEX en OPEX voor collectieve WKO en TEO inzichtelijk gemaakt op haalbaarheidsniveau waarmee de total cost of ownership (TCO) bepaald wordt. Deze

wordt vergeleken met een drietal referentiesystemen. Daarnaast zal het projectrendement en de benodigde BAK/subsidie benodigd voor een vereist projectrendement inzichtelijk worden gemaakt.

1.2.4 Scan stakeholders en juridische voorwaarden

Belangrijke stakeholders die moeten worden betrokken in een vervolg en de juridische haalbaarheid worden beschreven aan de hand van een scan van de benodigde vergunningen en acties voor een open bodemenergiesysteem en een oppervlaktewatersysteem.

1.3 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 geeft de inventarisatie van de uitgangspunten weer. In dit hoofdstuk wordt de quickscan van het gebied en de gebouwen, de bodem, en het oppervlaktewater beschreven. Hoofdstuk 3 omvat het technisch kader. Hoofdstuk 4 bevat de financiële analyse van een collectieve WKO en TEO en de vergelijking met een aantal referentiesystemen. In hoofdstuk 5 zijn de stakeholders en de belangrijkste juridische vergunningen uiteengezet. Tenslotte zijn in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen weergegeven.

2 Inventarisatie

2.1 QUICKSCAN GEBIED EN GEBOUWEN

2.1.1 Kenmerken gebied en gebouwen

In Figuur 2.1 is een gedeelte van de gemeente Bodegraven-Reeuwijk weergegeven met de locatie van de gebieden waarvan in de huidige studie de haalbaarheid van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) wordt onderzocht. Dit zijn de volgende gebieden:

- gebied 1: Industrierrein Broekvelden met TEO uit de Surfplas;
- gebied 2: Centrum in Bodegraven-Reeuwijk met TEO uit de Oude Rijn;
- gebied 3: Ravensberg in Bodegraven-Reeuwijk met TEO uit de Reeuwijkse Plassen.

Gebied 1: Industrierrein Broekvelden met TEO uit de Surfplas

In Figuur 2.2 is het industrierrein Broekvelden weergegeven. Het industrierrein ligt aan de zuidkant van de wijk Broekvelden. Het terrein wordt ten zuiden begrensd door belangrijke verkeersinfrastructuur A12 en N11. Dit kan voor een extra hindernis zorgen bij de aanleg van het leidingwerk richting de Surfplas. De kortste afstand richting de Surfplas is circa 1 km. Het gebied bestaat vooral uit utiliteit met een industriële functie (zie Figuur 8.1 in Bijlage 1). Daarnaast zit er veel utiliteitsbouw in de vorm van kantoren, winkels en autogarages. In Figuur 8.4 in Bijlage 1 is de bouwperiode van de gebouwen weergegeven. De meeste panden zijn gebouwd in de periode tussen 1950 - 1989.

Gebied 2: Centrum in Bodegraven-Reeuwijk

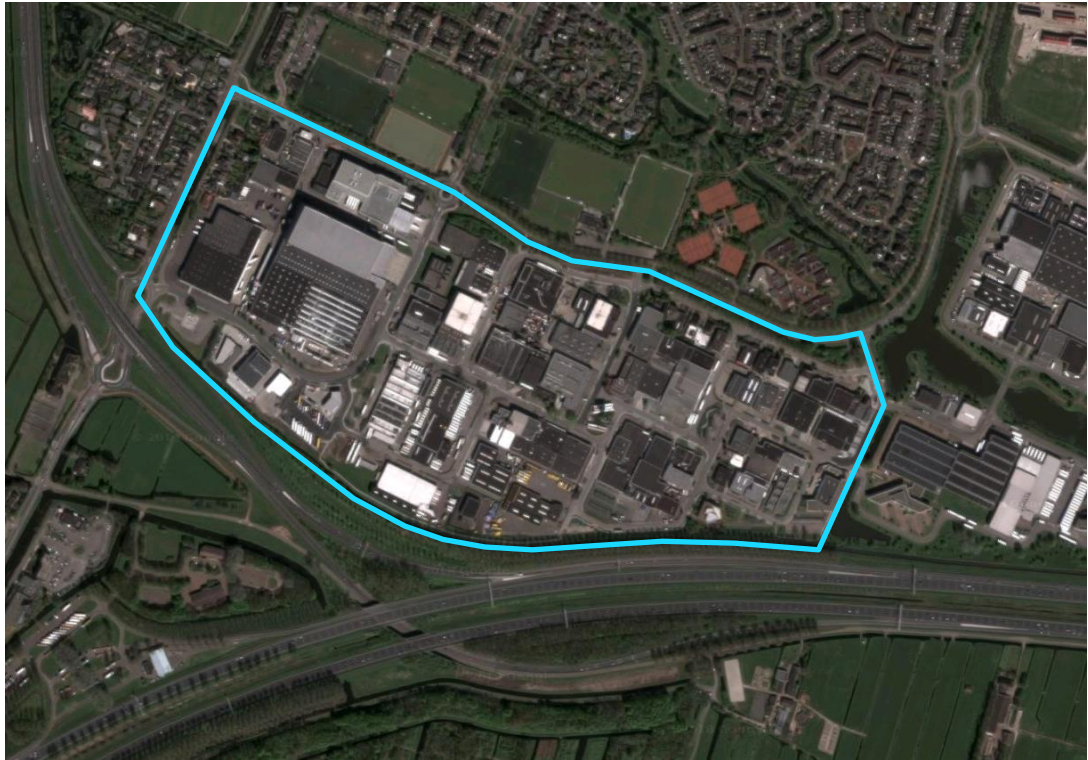
In Figuur 2.3 is de wijk Centrum van Bodegraven weergegeven. Bodegraven-Centrum wordt in het noorden direct begrensd door de Oude Rijn. De wijk bestaat uit een mix van woningbouw en utiliteit (zie Figuur 8.2 in Bijlage 1). De woningen zitten verspreid door het gehele gebied. De utiliteit concentreert zich vooral in het westen van de wijk. De utiliteit heeft verschillende functies, zoals kantoren, winkels, industrie, onderwijs. Figuur 8.5 in Bijlage 1 laat het bouwjaar van de woningen in Bodegraven-Centrum zien. De wijk bestaat uit een mix van woningen uit de 19^e eeuw, 20^e eeuw.

Gebied 3: Ravensberg in Bodegraven-Reeuwijk

In Figuur 2.4 is de buurt Ravensberg in de wijk Reeuwijk Brug in Bodegraven-Reeuwijk weergegeven. Ravensberg wordt in het oosten en zuiden begrensd door de Reeuwijkse Plassen. In het westen loopt de Breevaart langs de buurt. In het zuiden ligt een deel van de buurt in het plangebied. Ravensberg bestaat voornamelijk uit woningbouw (zie Figuur 8.3 in Bijlage 1). Er staan een aantal meergezinswoning gebouwen in de buurt. Daarnaast zijn er enkele utiliteitsgebouwen met o.a. winkels, onderwijs, bijeenkomst en gezondheidszorg. De buurt bestaat in het algemeen uit naoorlogse woningen met bouwjaar tussen 1960 - 2008 (Figuur 8.6 in Bijlage 1).



Figuur 2.1 | Plattegrond Bodegraven-Reeuwijk met 3 gebieden die onderzocht worden in deze studie: 1) Industrierrein Broekvelden met TEO uit Surfplas, 2) Centrum met TEO uit Oude Rijn, 3) Ravensberg met TEO uit Reeuwijkse Plassen.



Figuur 2.2 | Plattegrond van het industrieterrein Broekvelden in de wijk Broekvelden in Bodegraven-Reeuwijk.



Figuur 2.3 | Plattegrond van de wijk Centrum in Bodegraven-Reeuwijk.



Figuur 2.4 | Plattegrond van de wijk Ravensberg in Bodegraven-Reeuwijk.

Gebouwen

Relevante eigenschappen van de 3 gebieden om de warmte- en koudevraag in te kunnen schatten zijn in Tabel 2.1 weergegeven.

Voor het industrieterrein is een meer gedetailleerde analyse uitgevoerd naar de functie van de gebouwen om de warmte- en koudevraag in te kunnen schatten, de oppervlakte van de gebouwen en het aantal benodigde aansluitingen. De analyse is weergegeven in Figuur 8.7 in Bijlage 1 en Tabel 8.1 in Bijlage 1.

Tabel 2.1 | Kenmerken meest voorkomende gebouwen in de 3 gebieden.

gebied		gebied 1	gebied 2	gebied 3
naam		industrieterrein Broekvelden	Centrum	Ravensberg
kenmerken woningen				
	eenheid			
aantal woningen	-	18	1.265	1.820
BVO	m ²	5.200	165.715	265.720
BVO gemiddeld	m ² /woning	290	131	146
bouwjaar t/m 1964	-	3	683	199
bouwjaar 1965-1974	-	1	6	518
bouwjaar 1975-1991	-	14	124	706
bouwjaar 1992-2005	-	0	363	213
bouwjaar 2006-heden	-	0	89	184
kenmerken utiliteit				
schatting aantal utiliteit ¹	-	78	-	-
BVO ²	m ²	183.000	60.000	20.000
BVO gemiddeld	m ² /gebouw	2.350	-	-
bouwjaar ³	-	1970 - 2003	1915-2002	1965-2014
algemeen				
aantal gasaansluitingen ⁴	-	- ⁵	1.389	1.877
aantal elektriciteitsaansluitingen ⁶	-	- ⁷	1.490	2.146

¹ Bepaald op basis van opendata. Bron: WarmteAtlas, Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland, www.weetmeer.nl, BAG (https://bagviewer.kadaster.nl/).

² Bepaald op basis van opendata. Bron: WarmteAtlas, Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland, www.weetmeer.nl, BAG (https://bagviewer.kadaster.nl/).

³ Bepaald op basis van opendata. Bron: WarmteAtlas, Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland, www.weetmeer.nl, BAG (https://bagviewer.kadaster.nl/).

⁴ Bron: Stedin verbruiksgegevens https://www.stedin.net/zakelijk/open-data/verbruiksgegevens.

⁵ Niet bekend voor het industrieterrein.

⁶ Bron: Stedin verbruiksgegevens https://www.stedin.net/zakelijk/open-data/verbruiksgegevens.

⁷ Niet bekend voor het industrieterrein.

2.1.2 Warmte- en koudevraag

Gas- en elektriciteitsverbruik

De warmte- en koudevraag en het benodigde vermogen is o.a. belangrijk voor de dimensionering van het bodemenergiesysteem, aquathermiesysteem en het warmtenet. De warmtevraag is gebaseerd op het gasverbruik in het gebied. Deze is afgeleid uit de verbruiksgegevens van netbeheerder Stedin en heeft een 6-cijferige nauwkeurigheid. Voor gebied 1 is tevens het elektriciteitsverbruik afgeleid uit de verbruiksgegevens van Stedin om de koudevraag in te kunnen schatten. In Tabel 2.2 is het resultaat van de inventarisatie weergegeven. Vanwege de grote hoeveelheid woningen en kleine hoeveelheid utiliteit in gebied 2 en 3 zal de verhouding warmtevraag/koudevraag groot zijn. Tevens is de verwachting dat de woningen geen koeling nodig hebben in de toekomst.

Het gasverbruik totaal buurt/wijk en per aansluiting zijn beiden afgeleid uit de verbruiksgegevens van Stedin. Het verbruik is inclusief alle aansluitingen t/m G25. Dit betekent dat het totaal verbruik een groot aandeel grotere (bedrijfs)aansluitingen bevat. Voor een compleet beeld is daarom ook het gasverbruik per woning toegevoegd. Dit verbruik is afgeleid van BuurtEnergieInfo vanuit de Warmte Atlas/Energie Transitie Atlas en geeft het gemiddelde gasverbruik per woning weer. Gebied 1 kent een andere aanpak, omdat Industrierrein Broekvelden een kleiner onderdeel is van de buurt Broekvelden. BuurtEnergieInfo geeft daarom geen representatief beeld voor het industrierrein. Vandaar dat er een aparte inventarisatie van de gebouwen op het industrierrein is uitgevoerd.

In paragraaf 2.1 is aangegeven dat het onderzochte gebied niet exact overeenkomt met de buurt/wijk. Daarom is een gecorrigeerd gasverbruik voor gebied 2 en 3 weergegeven in Tabel 2.2. Ook deze correctie is afgeleid uit de verbruiksgegevens van netbeheerder Stedin door het gasverbruik van de postcodes die buiten het gebied vallen af te trekken van het totaal.

Warmtevraag en vermogen

De warmtevraag is berekend op basis van het totaal gecorrigeerde gasverbruik en een hoogrendementsketel met een rendement op bovenwaarde van 90%. Het vermogen voor de warmte is berekend met het aantal equivalente vollasturen en een gelijktijdigheid. Het aantal vollasturen voor warmte bij utiliteit (kantoren en industrie) is doorgaans lager dan bij woningen. De gelijktijdigheidsfactor het percentage van gelijktijdige maximale belasting van de warmtevraag (ruimteverwarming en warm tapwater). Deze wordt in gebied 2 en 3 lager ingeschat dan in gebied 1 vanwege het grotere aantal aansluitingen en de grotere hoeveelheid onregelmatig tapwater gebruik bij woningen.

Koudevraag en vermogen

De koudevraag is berekend met het totale elektriciteitsverbruik, een percentage van het elektriciteitsverbruik gebruikt voor koeling en een gemiddelde COP. De functies van de gebouwen op het industrierrein is erg verschillend (o.a. industrie, opslag, autogarage, kantoor). Bij autogarages zal de benodigde koeling significant lager zijn dan bij opslag of industrie met koel- en vriescellen. Het percentage elektra voor koeling alleen t.o.v. de totale elektra ligt gemiddeld tussen de 5 - 65%, waarbij de bovengrens (65%) voor supermarkten geldt. Vanwege de diversiteit in gebouwfuncties is in de huidige analyse een gemiddelde genomen van 35%. Het wordt aangenomen dat het overgrote deel van de koeling benodigd is voor koel- en vriescellen. Hiervoor is gerekend

met een gemiddelde COP van 2,5. Het vermogen is berekend op basis van een gelijktijdigheidsfactor van 100% en 1.000 equivalente vollasturen.

Tabel 2.2 | Warmte- en koudevraag en vermogens.

gebied		gebied 1	gebied 2	gebied 3
		industrieterrein		
naam		Broekvelden	Centrum	Ravensberg
gasverbruik				
	eenheid			
totaal gebied/buurt/wijk ⁸	m ³ /jaar	500.000	2.600.000	3.325.000
per aansluiting	m ³ /aansluiting	-	1.850	1.770
per woning	m ³ /woning	-	1.360	1.670
per utiliteit	m ³ /utiliteit	6.500	-	-
totaal gecorrigeerd ⁹	m ³ /jaar	500.000	2.400.000	3.000.000
per aansluiting	m ³ /aansluiting	6.500	1.800	1.700
elektraverbruik				
totaal buurt/wijk ¹⁰	kWh/jaar	1.640.000	n.v.t.	n.v.t.
per aansluiting	kWh/aansluiting	21.000	n.v.t.	n.v.t.
warmte				
energie	MWh	4.400	21.100	26.400
vermogen	kW	3.300	7.200	9.000
vollasturen	h	1.200	1.750	1.750
gelijktijdigheidsfactor	%	90	60	60
koude				
energie	MWh	1.600	-	-
vermogen	kW	1.600	-	-
vollasturen	h	1.000	-	-
gelijktijdigheidsfactor	%	100	-	-

2.2 QUICKSCAN BODEM

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.

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

⁸ Bron: Stedin verbruiksgegevens <https://www.stedin.net/zakelijk/open-data/verbruiksgegevens>.

⁹ Elk gebied is een deel van een buurt of wijk. Daarom is het totaal verbruik gecorrigeerd om een representatieve waarde van het onderzochte gebied te krijgen.

¹⁰ Bron: Stedin verbruiksgegevens <https://www.stedin.net/zakelijk/open-data/verbruiksgegevens>.

Tabel 2.3 | Bodemopbouw op de projectlocatie Bodegraven-Reeuwijk.

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologie
0 - 10	klei, veen en fijn zand	deklaag
10 - 35	matig grof tot grof zand	1 ^e watervoerend pakket
35 - 60	klei en fijn tot matig grof zand	1 ^e scheidende laag
60 - 135	matig grof tot grof zand	2 ^e watervoerend pakket
135 - 140	klei	2 ^e scheidende laag
140 - 290	fijn tot matig grof zand met kleilagen	3 ^e watervoerend pakket
> 290	klei en fijn zand	hydrologische basis

* het maaiveld varieert per locatie en is gemiddeld circa 1 m-NAP

De bodem is geschematiseerd in een aantal scheidende lagen en watervoerende pakketten. Op basis van provinciaal beleid is het toepassen van een open bodemenergiesysteem niet toegestaan in het eerste watervoerende pakket. Het tweede en het derde watervoerende pakket zijn juridisch en bodem technisch geschikt voor de toepassing van open bodemenergie.

2.2.2 Geohydrologie

In Tabel 2.4 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de werking van een bodemenergiesysteem in het tweede (wvp2) en in het derde (wvp3) watervoerende pakket. In en onder de tabel zijn de aandachtspunten/risico's of belemmeringen nader toegelicht.

1 Zoet/brak/zout-overgangen

Het zoet-/brakgrensvlak ligt voor alle drie de locaties in de eerste scheidende laag en is voor het gebruik van bodemenergie in het tweede of derde watervoerende pakket geen aandachtspunt. Het brak-/zoutgrensvlak ligt in het tweede watervoerende pakket, waarbij de diepte van het grensvlak varieert van circa 75 m-mv in het noorden tot 95 m-mv in het zuiden. Conform het provinciaal beleid moet verzilting van het grondwater worden voorkomen. Daarom moeten de bronfilters op voldoende (verticale) afstand van de grensvlakken staan.

Naast mogelijke verzilting kan het mengen van brak en zout grondwater ook voor verstopping van de bronnen zorgen. Daarom wordt geadviseerd een verticale afstand tussen het brak-/zoutgrensvlak en de bronfilters aan te houden van circa 30 m. Indien er onder het grensvlak nog klei aangetroffen wordt, kan een kleinere afstand aangehouden worden. Op basis van de diepte van het brak-/zoutgrensvlak kan hierdoor filter gesteld worden vanaf circa 105 m-mv in het noorden naar 125 m-mv in het zuiden. In het tweede watervoerende pakket kan dus maar over een beperkte lengte filter geplaatst worden. Voor gebruik van het derde watervoerende pakket is de ligging van het brak-/zoutgrensvlak geen aandachtspunt.

Tabel 2.4 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem.

onderwerp	wvp2	wvp3	toelichting
bodemopbouw			
doorlaatvermogen	✓	✓	geschikt
dikte pakket	✓	✓	voldoende dik
grondwater			
grondwaterstand	✓	✓	sterke variatie binnen gemeente, geen meetnet beschikbaar (bron: waterplan Bodegraven). Geen aandachtspunt voor een open bodemenergiesysteem in het tweede of derde watervoerende pakket
stijghoogte eerste watervoerende pakket	✓	✓	circa 3,0 m-NAP (bron: peilbuis B31D0163, B31C0107 en B31D0064)
stijghoogte tweede watervoerende pakket	✓	✓	circa 3,6 m-NAP (bron: REGIS)
stijghoogte derde watervoerende pakket	✓	✓	circa 2,6 m-NAP (bron: REGIS)
grondwaterstroming wvp 2	✓	✓	ca. 10 m/jaar in westzuidwestelijke richting
grondwaterstroming wvp 3	✓	✓	< 5 m/jaar in noordelijke richting
zoet-/brak/zout-overgangen	⚠	✓	1 zoet-/brakgrensvlak: tussen 40 en 55 m-mv, brak-/zoutgrensvlak: tussen 75 en 95 m-mv, mogelijk beïnvloeding
gas	✓	✓	geen afwijkende gasdruk
deeltjes	✓	⚠	2 in het derde watervoerende pakket verhoogd risico op deeltjes
redox	✓	✓	geen redoxovergang in opslagpakket
temperatuur wvp2	✓	✓	11 - 12,5 °C (60 - 135 m-mv)
temperatuur wvp3	✓	✓	12,5 - 16 °C (140 - 290 m-mv)
vergunbaarheid			
bodemenergieplan/interferentiegebied	✓	✓	niet gelegen in bodemenergieplan
grondwatergebruikers	⚠	⚠	3 diverse bodemenergiesystemen in de omgeving
zettingen	✓	✓	noemenswaardige zetting wordt niet verwacht
grondwaterbescherming	✓	✓	niet gelegen nabij een waterwingebied of bijbehorende beschermingszones
natuurbelangen	✓	✓	gelegen nabij beschermde natuur, gezien de diepte van de beoogde opslagpakketten wordt de beschermde natuur niet beïnvloed
archeologie/aardkundig waardevol gebied	⚠	⚠	4 deels gelegen in archeologisch waardevol gebied, niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
verontreinigingen	⚠	⚠	5 mogelijk ondiepe verontreiniging op/nabij projectlocatie (bron: Bodemloket)
waterkering/spoor/begraafplaats	⚠	⚠	6 waterkering door Centrum, Centrum gelegen naast spoor, begraafplaats op circa 250 m van Centrum, maar gezien de diepte van de opslagpakketten geen aandachtspunt
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering			

2 Deeltjes

Door de lage doorlatendheid van het derde watervoerende pakket en de aanwezigheid van kleilagen is de kans op bronverstopping aanwezig, doordat zand en/of kleideeltjes in de bronnen terecht komen. Dit is een bekend verschijnsel in de omgeving (o.a. richting Gouda en

Rotterdam). Wanneer dit in het bronontwerp meegenomen wordt door een booraannemer die ervaren is met boringen in dit soort fijnzandige pakketten, zijn de risico's minimaal.

3 Grondwatergebruikers

Open bodemenergiesystemen

Van Omgevingsdienst Haaglanden is informatie over aanwezige open bodemenergiesystemen ontvangen op 9 november 2018. Hieruit blijkt dat er zes open bodemenergiesystemen rondom de locaties aanwezig zijn (zie Figuur 2.5). In Tabel 2.5 is een overzicht opgenomen van de vergunde/aanwezige systemen. Bij de inpassingen van de beoogde bronnen moet rekening gehouden worden met deze systemen.

Tabel 2.5 | *Open bodemenergiesystemen op en rondom de projectlocaties.*

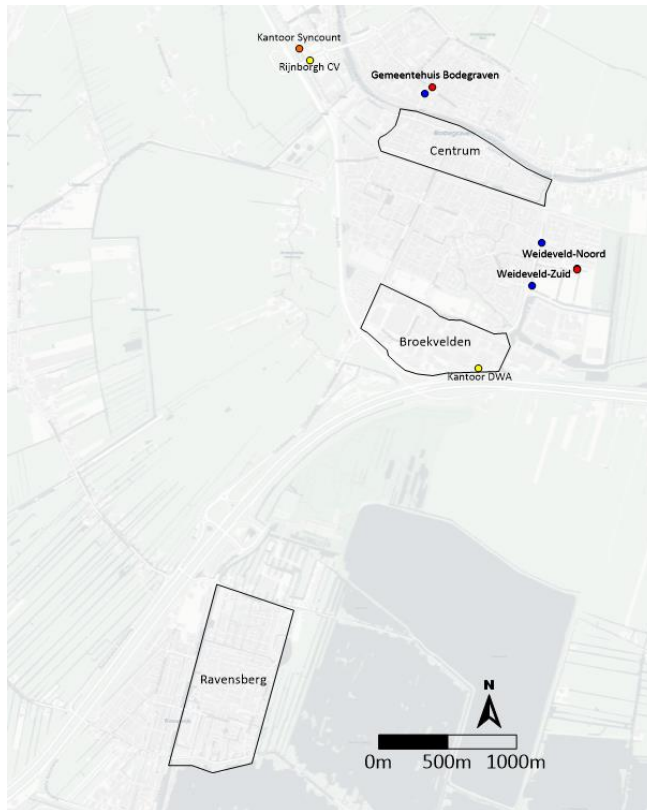
bedrijfsnaam	debiet [m ³ /uur]	vergunde waterhoeveelheid [m ³ /jaar]	watervoerend pakket
Gemeentehuis Bodegraven (doublet)	25	36.200	2 ^e
Weideveld-Noord (doublet)	110	1.110.000	2 ^e /3 ^e
Weideveld-Zuid (doublet)	110	1.110.000	2 ^e /3 ^e
Kantoor DWA (recirculatie)	25	36.000	1 ^e
Rijnborgh CV (recirculatie)	9,9	30.000	2 ^e
Kantoor Syncount (monobron)	15	50.000	2 ^e /3 ^e

Gesloten bodemenergiesystemen

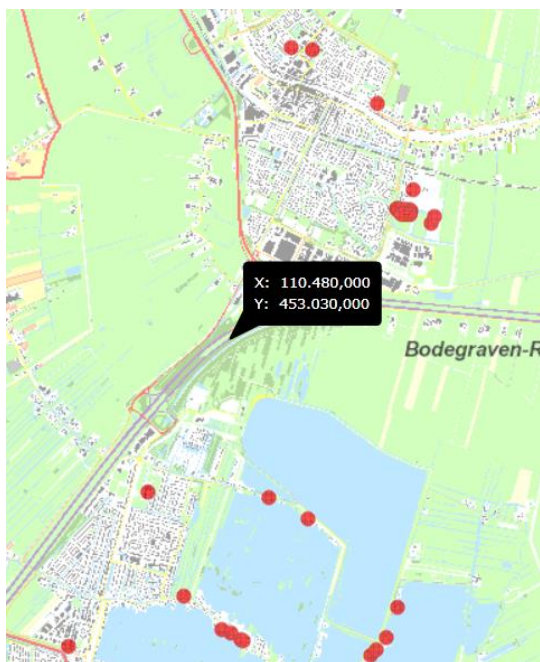
Bij de Omgevingsdienst Midden-Holland zijn de aanwezige gesloten bodemenergiesystemen opgevraagd (d.d. 31 oktober 2018). In Figuur 2.6 zijn deze weergegeven. De gesloten bodemenergiesystemen vormen geen beperking voor het toepassen van open bodemenergiesystemen, maar met de positionering van de bronnen moet wel rekening gehouden worden dat de aanwezige gesloten systemen niet negatief beïnvloed worden.

Permanente grondwateronttrekkingen

Op 1 november 2018 is informatie ontvangen van het Hoogheemraadschap van Rijnland over grondwateronttrekkingen op en rondom de projectlocaties. Dit zijn voornamelijk kleine kortdurende onttrekkingen en daardoor niet van invloed op de mogelijke toepassing van open bodemenergiesystemen. Over eventueel aanwezige permanente grondwateronttrekkingen is niets ontvangen.



Figuur 2.5 | Open bodemenergiesystemen in Bodegraven-Reeuwijk (bron: omgevingsdienst Haaglanden)(rood is warme bron, blauw is koude bron, oranje is monobron en geel is recirculatie bronlocaties onbekend).



Figuur 2.6 | Gesloten bodemenergiesystemen in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Omgevingsdienst Midden-Holland)

4 Archeologie

Uit de Archeologische beleidsadvieskaart van de gemeente Bodegraven-Reeuwijk (RAAP-rapport 2283) blijkt dat op alle drie de locaties archeologische verwachtingswaarden aanwezig zijn. De bodemenergiesystemen mogen geen tot een beperkte invloed op deze gebieden hebben, zodat eventuele archeologische resten niet aangetast worden. Gezien de diepte van de beoogde opslagpakketten is de invloed naar verwachting beperkt. Afhankelijk van de aanwezige waarden zijn verschillende eisen opgesteld voor het te verstoren oppervlak.

In het Centrum zijn vier verschillende categorieën aanwezig. AW1, AW2, AW3 en VAW1 (zie Figuur 8.8, legenda in Figuur 8.11 in Bijlage 2). Voor AW1, AW2 en AW3 geldt dat er voorafgaand aan ruimtelijke planvorming archeologisch onderzoek plaats moet vinden. Voor het deel van het gebied met VAW1 geldt dat er bij bodemingrepen groter dan 100 m² voorafgaand aan ruimtelijke planvorming inventariserend archeologisch onderzoek nodig is. Naar verwachting is er voor de realisatie van een open bodemenergiesysteem met bijbehorende infra in het gebied Centrum archeologisch onderzoek nodig.

In Broekvelden is aan de rand van het gebied categorie VAW2 aanwezig (zie Figuur 8.9, legenda in Figuur 8.11 in Bijlage 2). In categorie VAW2 is inventariserend archeologisch onderzoek noodzakelijk bij bodemingrepen groter dan 500 m². Gezien de geringe aanwezigheid van deze categorie moet het mogelijk zijn om deze gebieden te vermijden voor grootschalige bodemingrepen t.b.v. een open bodemenergiesysteem.

Aan de zuidkant van de locatie Ravensberg is categorie AW2 aanwezig (zie Figuur 8.10, legenda in Figuur 8.11 in Bijlage 2). Hiervoor geldt dat er voorafgaand aan ruimtelijke planvorming archeologisch onderzoek plaats moet vinden.

5 Verontreinigingen

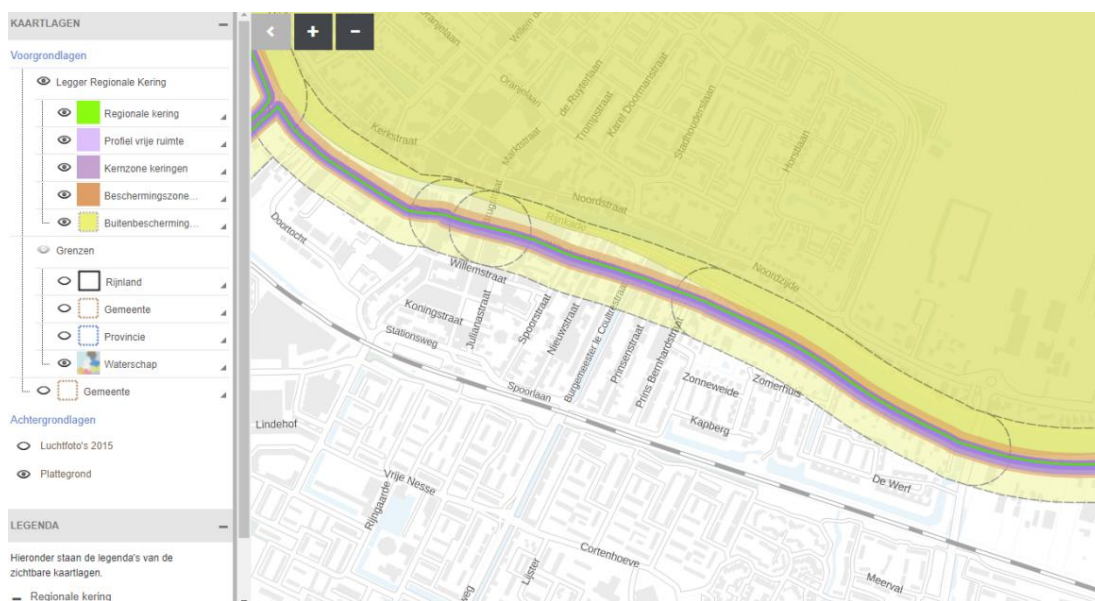
Op en rondom de projectlocaties zijn saneringsactiviteiten aanwezig (bron: Bodemloket). Ook moet er op diverse plekken nog onderzoek uitgevoerd worden. De, naar verwachting ondiepe, verontreinigingen worden niet beïnvloed door de beoogde bodemenergiesystemen, maar zijn wel een aandachtspunt bij realisatie. Verontreinigde grond moet verwerkt worden volgens BRL protocol 2100, Mechanisch boren.

6 Waterkering en spoor

Door de locatie Centrum ligt een regionale waterkering met bijbehorende beschermingszones (zie Figuur 2.7). Een bodemenergiesysteem mag niet gerealiseerd worden in de kernzone of (binnen)beschermingszone. Voor de buitenbeschermingszone zullen eisen gesteld worden aan zowel de aanleg, voorspuiten is bijvoorbeeld niet toegestaan, als aan de technische uitvoering, bijvoorbeeld dubbelwandig met lekdetectie om zinkgaten en verweking van het dijklichaam te voorkomen. Een vergunningsplicht in deze zone geldt voor systemen met een druk groter dan 10 bar en/of een grotere diameter dan 500 mm.

Op en rondom alle drie de locaties zijn primaire en overige watergangen aanwezig (zie Legger oppervlaktewateren Hoogheemraadschap van Rijnland). Mogelijk moet een vergunning aangevraagd worden voor het boren binnen een kern- en of beschermingszone van deze watergangen.

Aan de zuidkant van de locatie Centrum ligt een spoorlijn (zie ook Figuur 2.7). De veroorzaakte zetting door het bodemenergiesysteem moet zodanig klein zijn dat deze niet leidt tot potentiële verzakking van het spoor. Gezien de geringe zettingsgevoeligheid van het gebied en de beoogde diepe opslagpakketten levert dit naar verwachting geen problemen op.



Figuur 2.7 | Waterkering op Centrum locatie (bron: Legger Hoogheemraadschap van Rijnland)

2.2.3 Haalbare broncapaciteit

De inschatting van de haalbare broncapaciteit uit het tweede watervoerende pakket wisselt per locatie door de variabele diepte van het brak-/zoutgrensvlak. In het noorden wordt een broncapaciteit van 40 - 50 m³/h verwacht. Naar het zuiden neemt de broncapaciteit af. In het zuiden wordt verwacht dat er onvoldoende ruimte is voor het plaatsen van bronfilters, waardoor het niet mogelijk is om een doublet in het tweede watervoerende pakket te realiseren. Indien er kleilagen aangetroffen worden onder het brak-/zout is er een hogere broncapaciteit mogelijk.

In het derde watervoerende pakket wordt een broncapaciteit van 75 - 100 m³/uur verwacht op alle locaties.

2.3 QUICKSCAN OPPERVLAKTEWATER

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. Verder kan de minimale afstand tussen het onttrekkings- en lozingspunt berekend worden. Uiteindelijk kan met deze gegevens een inschatting worden gemaakt van de investeringskosten van het TEO-systeem.

2.3.1 Eigenschappen en energetisch potentieel oppervlaktewater

Reeuwijkse Plassen

De Reeuwijkse Plassen zijn dertien plassen tussen Bodegraven en Gouda, ten oosten van het dorp Reeuwijk. De totale oppervlakte is circa 735 hectare. In Figuur 2.8 zijn de watergangen, plassen en kunstwerken weergegeven in en rondom de Reeuwijkse Plassen. De potentiële energievoorraad wordt berekend op basis van de afmetingen van de plassen volgens de methode uit de Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem. In Tabel 2.6 zijn de eigenschappen weergegeven. Alleen de plassen rondom de buurt Ravensberg zijn in beschouwing genomen. Voor de buurt Ravensberg zijn de plassen Ravensberg en 's-Gravenbroek relevant. Voor het industrieterrein Broekvelden is de plas Broekvelden/Vettenbroek (Surfplas) relevant.

Tabel 2.6 | Geometrie en energetisch potentieel oppervlaktewater Reeuwijkse Plassen.

omschrijving	oppervlakte	energievoorraad potentieel
	[m ²]	[GJ/jaar]
Reeuwijkse Plassen	7.350.000	1.587.600
s-Gravenbroek (plas)	1.200.000	259.200
Ravensberg (plas)	1.650.000	356.400
Broekvelden/Vettenbroek (Surfplas)	1.000.000	216.000

Oude Rijn

In Tabel 2.7 is het debiet en het winbare potentieel voor de Oude Rijn weergegeven. De energievoorraad is gebaseerd op het debiet dat door de Oude Rijn stroomt, zonder dat er rekening gehouden wordt met TEO-systemen die stroomafwaarts gerealiseerd worden in de toekomst. De benodigde energie voor het centrum is circa 4% van het potentieel. Een vergelijkbare wijk zoals Burgemeester Kremerweg ten noorden van de Oude Rijn zal ongeveer dezelfde hoeveelheid energie nodig hebben. Het technische potentieel is ruim voldoende voor beiden wijken. Bij de modellering van de TEO-systeem zal rekening gehouden moeten worden met koude pluimen van een lozingspunt om interferentie te voorkomen.

Tabel 2.7 | Debiet en potentieel Oude Rijn.

omschrijving	debiet	energievoorraad potentieel
	[m ³ /s]	[GJ/jaar]
Oude Rijn	4,4 ¹¹	1.260.600 ¹²

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. Aan de andere kant wordt

¹¹ Dit is het gemiddelde debiet in de periode 1 mei - 30 september 2018. Bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, persoonlijke communicatie, 12 november 2018.

¹² De energievoorraad is berekend op basis van het werkelijke debiet in 2018 en een gemiddelde temperatuur in de periode 2010 - 2018. Bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, persoonlijke communicatie, 12 november 2018.

het vermogen van onttrekking beperkt door thermische kortsluiting. Thermische kortsluiting ontstaat wanneer het koude geloosde water terugstroomt naar het onttrekkingspunt. In Tabel 2.8 zijn de eigenschappen van het TEO-systeem voor elk gebied weergegeven. In Figuur 2.8, Figuur 2.11 en Figuur 2.13 is een plattegrond met TEO-systeem schematisch weergegeven voor elk gebied.

Tabel 2.8 | Eigenschappen TEO-systeem.

gebied		gebied 1	gebied 2	gebied 3
naam		industrieterrein Broekvelden	Centrum	Ravensberg
parameter	eenheid			
naam water	-	Broekvelden/ Vettenbroek	Oude Rijn	Ravensberg
afstand water-afnemers	m	1.000	0	0
oppervlakte	m ²	1.650.000	n.v.t.	100.000
stroming	-	stilstaand	stroming	stilstaand
debiet stroming	m ³ /s	-	2	-
uitkoeling water ΔT	K	3 - 6	3 - 6	3 - 6
energie potentieel	GJ/jaar (MWh/jaar)	216.000 (60.000)	1.587.600 (440.000)	356.400 (100.000)
onttrekkingstemperatuur	°C	17	15	15
vollasturen TEO	h	3.000	3.300	3.300
energie TEO	GJ/jaar (MWh/jaar)	10.000 (2.800)	60.000 (17.000)	75.000 (21.000)
debiet TEO-systeem	m ³ /h	80	700	860
vermogen	MW	0,6	4,9	6,0
energetisch haalbaar	-	ja	ja	ja
juridisch haalbaar	-	misschien	ja	ja

Gebied 1: Industrieterrein Broekvelden met TEO uit de Surfplas

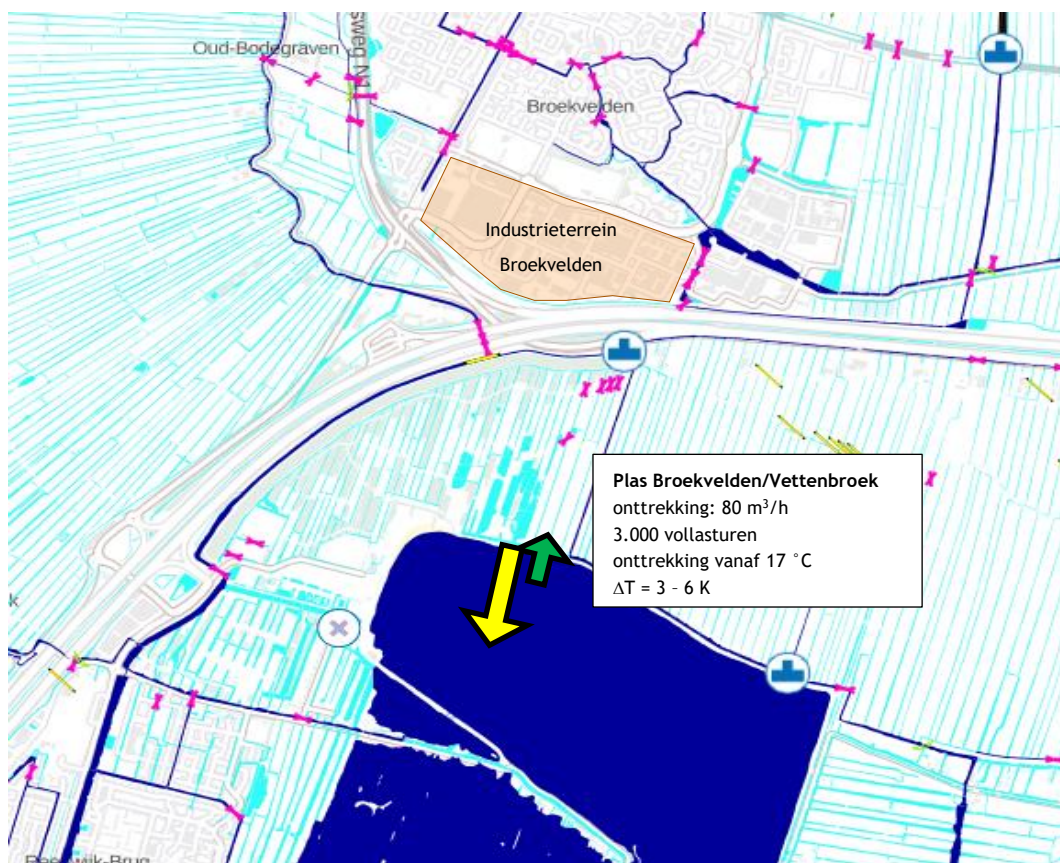
Bij gebied 1 vindt onttrekking plaats aan het oppervlak van de Surfplas. Lozing vindt plaats in een diepere koude laag van de Surfplas d.m.v. een leiding. Op die manier wordt thermische kortsluiting voorkomen, omdat er gebruik wordt gemaakt van de thermische stratificatie van een diepe plas. Een schematische tekening met de karakteristieken van het benodigde TEO-systeem is weergegeven in Figuur 2.8.

De temperatuur van de Surfplas is weergegeven in Figuur 2.9, waarin de temperatuur over een periode van 2000 - 2018 is samengevat in een kalender jaar. De temperatuur bij het zwemstrand is alleen in de zomer gemonitord, maar is vergelijkbaar met de temperatuur in het midden van de Surfplas.

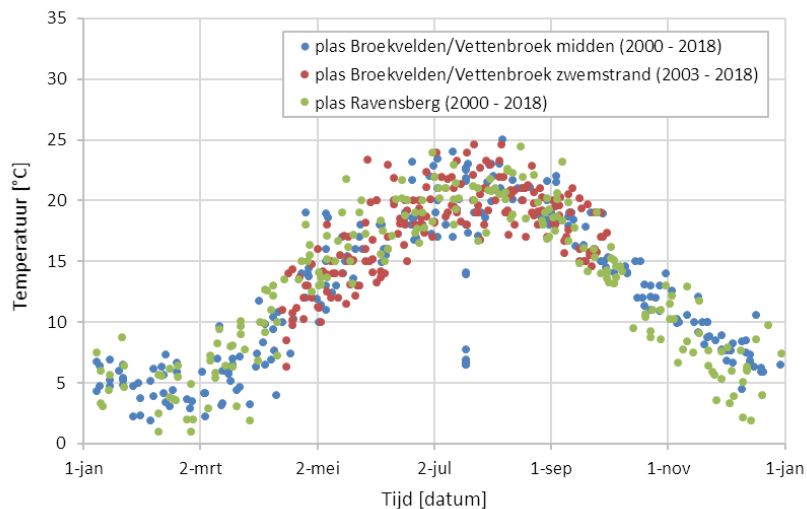
Alternatief circuit

Het Natura-2000 gebied en de grote afstand van plas Broekvelden/Vettenbroek kunnen de haalbaarheid van een TEO-systeem verkleinen. Er is een alternatief circuit voorgesteld aan Rijnland. Het circuit is weergegeven in Figuur 2.10. Rijnland heeft aangegeven dat er geen directe nadelige effecten worden verwacht. Het zou zelfs voordelen kunnen bieden voor de waterhuishouding. De sloot ten zuiden van het industrieterrein kan meer doorspoeling gebruiken.

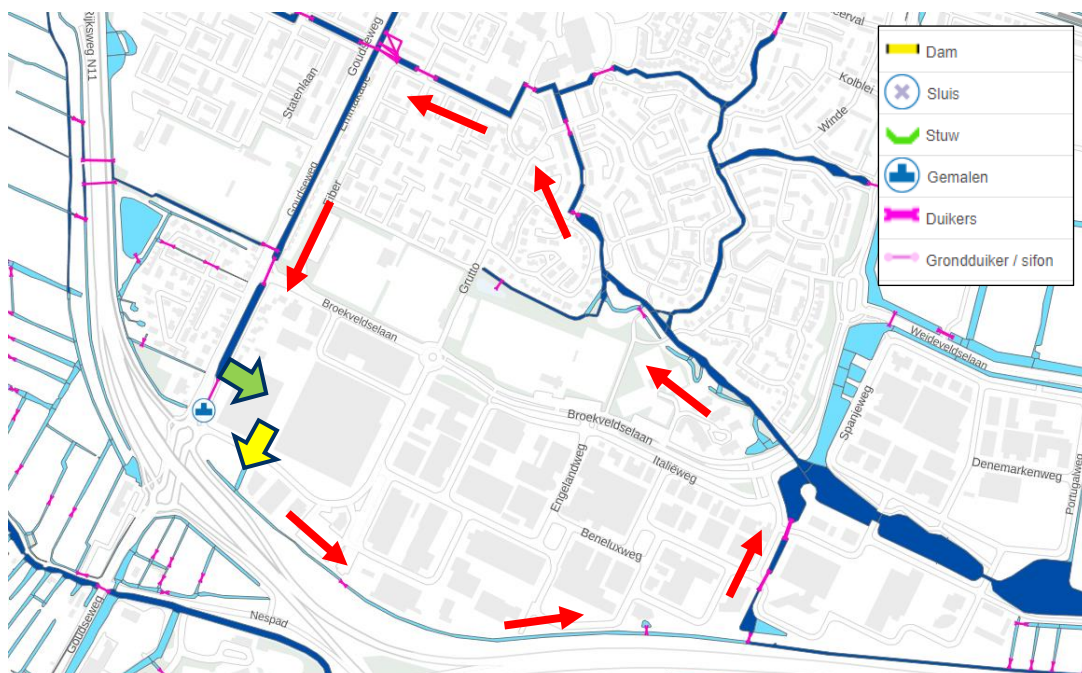
Daar wordt nu een klein gemaaltje aan de Goudseweg voor gebruikt, die het water op dezelfde manier rondpompt. Een debiet van $150 \text{ m}^3/\text{h}$ lijkt haalbaar te zijn. In het smalste gedeelte van het circuit zorgt dit voor een stroomsnelheid van $0,2 \text{ m/s}$. Dit is rond de richtlijn voor maximale stroomsnelheid. De duikers zorgen niet voor een knelpunt.



Figuur 2.8 | Plattegrond van watergangen in de buurt van de industrieterrein Broekvelden. Onttrekking = groene pijl, lozing = gele pijl. Onttrekking aan oppervlakte, lozing op diepte. Bron: Hoogheemraadschap van Rijnland. Legger oppervlaktewater. Geraadpleegd op 8 november 2018, van <http://rijnland.webgispublisher.nl/?map=Legger-watergangen>.



Figuur 2.9 | Temperatuur oppervlaktewater Reeuwijkse Plassen in de periode 2000 - 2018. Bron: Hoogheemraadschap van Rijnland, persoonlijke communicatie, 15 november 2018.

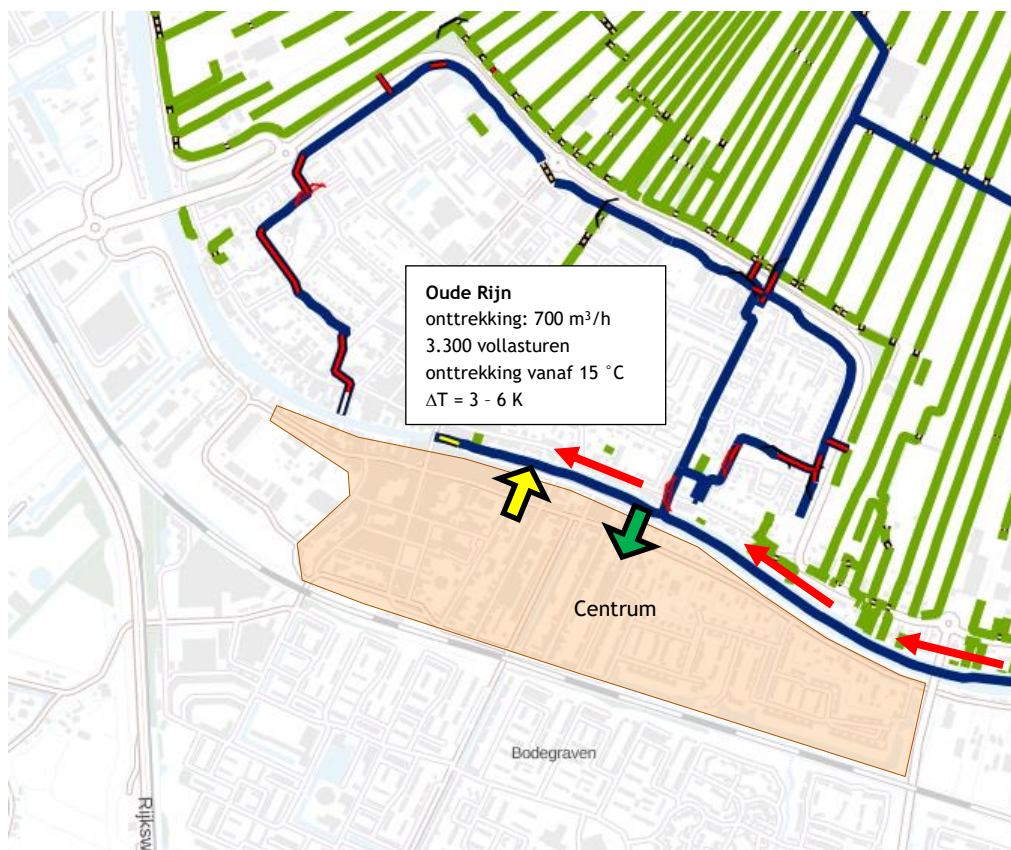


Figuur 2.10 | Alternatief TEO-circuit voor industrieterrein Broekvelden. Onttrekking = groene pijl, lozing = gele pijl, stromingsrichting oppervlaktewater = rode pijlen.

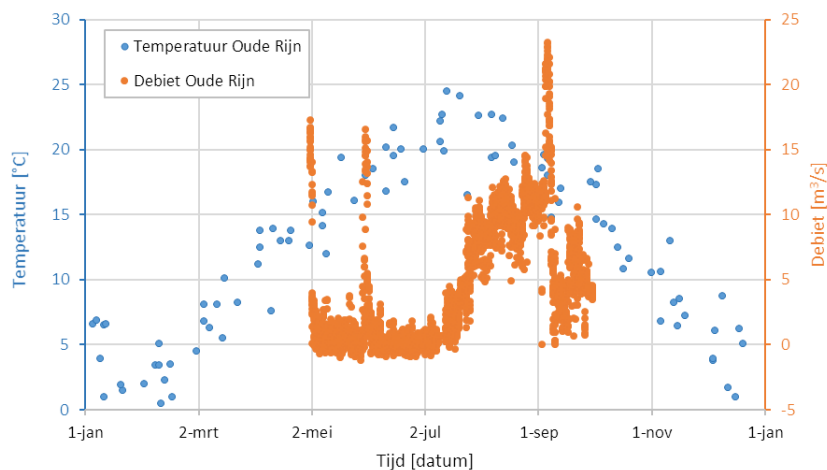
Gebied 2: Centrum in Bodegraven-Reeuwijk

Bij gebied 2 wordt oppervlaktewater onttrokken aan en geloosd op de Oude Rijn. De locatie van het TEO-systeem is indicatief weergegeven, maar zou over de gehele lengte van het gebied kunnen worden gerealiseerd. Een belangrijke voorwaarde is dat lozing stroomafwaarts plaatsvindt. Een schematische tekening met de karakteristieken van het benodigde TEO-systeem is weergegeven in Figuur 2.11.

De temperatuur en het debiet in de Oude Rijn is weergegeven in Figuur 2.12, waarin de temperatuur over een periode van 2010 - 2017 is samengevat in een kalender jaar. Het debiet is gemeten vanaf 1 mei 2018 t/m 1 oktober 2018. Het gemiddelde debiet van deze periode is $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (ca. $15.800 \text{ m}^3/\text{h}$). Dit is significant meer dan de benodigde $700 \text{ m}^3/\text{h}$ om de WKO te regenereren.



Figuur 2.11 | Plattegrond van watergangen in de buurt van Centrum. Onttrekking = groene pijl, lozing = gele pijl, stromingsrichting = rode pijlen. Bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Legger oppervlaktewater. Geraadpleegd op 8 november 2018, van http://hdrs.webgispublisher.nl/?map=LOW_2012_Definitief.



Figuur 2.12 | Temperatuur en debiet oppervlaktewater Oude Rijn in de periode 2010 - 2016. Bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, persoonlijke communicatie, 12 november 2018.

Gebied 3: Ravensberg in Bodegraven-Reeuwijk

Bij gebied 3 wordt oppervlaktewater onttrokken aan de plas Ravensberg en geloosd in het polderwater langs de Oudeweg. Op deze manier kan het oppervlaktewater optimaal benut worden. Tevens zal het voor doorstroming en afkoeling van de primaire en overige watergangen zorgen in het woongebied Ravensberg.

Gebruik van het oostelijke circuit (oranje pijlen) is niet mogelijk. Rijnland voert de komende jaren een waterkwaliteitsproef uit in de watergang ten noorden/oosten van plas Ravensberg. Om die reden moet deze tak geïsoleerd blijven van de rest van het watersysteem. Om het westelijke circuit te kunnen gebruiken, moet het water daarom geloosd worden ten westen van de stuw st 250-49 (zie gele pijl in Figuur 2.13). Er is nader onderzoek nodig om de stromingen t.g.v. de lozing in kaart te brengen. Mogelijk zijn er alternatieve circuits denkbaar. Rijnland heeft aangegeven daar graag over mee te denken.

Gorinchem een vijftal jaren de waterkwaliteit en de ecologie is gemonitord. Hierbij zijn op korte termijn geen negatieve bevindingen geconstateerd.

Tijdens de inventarisatie fase van de huidige studie is er contact geweest met het Hoogheemraadschap van Rijnland en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. 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. De volgende algemene randvoorwaarden zijn aangeleverd door Rijnland¹⁴:

- 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 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* graden Celsius 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 graden Celsius 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 Bron: Hoogheemraadschap van Rijnland, persoonlijke communicatie, 15 november 2018.

- 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.

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden geeft aan dat hoewel er op dit moment nog geen leidraad is, er wel een ministeriële richtlijn over warmte- en koudelozingen in de maak is. Zowel de onttrekking van oppervlaktewater als de lozing op oppervlaktewater is vergunningplichtig. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft aangegeven dat de volgende zaken geregeld moeten worden¹⁵:

- 1 Het aanleggen van een werk in een beschermingszone van een primair/secundair oppervlaktewaterlichaam.
- 2 Het onttrekken van water aan een oppervlaktewaterlichaam.
- 3 Het afvoeren van water naar een oppervlaktewaterlichaam.
- 4 Het onttrekken van warmte aan oppervlaktewater (dus lozen van koude).
- 5 Periodiek onderhoud aan het energiesysteem (mechanisch en chemisch).

Voor Nr. 1, 2 en 3 geldt de Keur¹⁶.

Gebied 1: Industrierrein Broekvelden met TEO uit de Surfplas

Plas Broekvelden/Vettenbroek is een Natura-2000 gebied waar een vogelrichtlijn geldt (zie Figuur 2.14). De Natuurbeschermingswet schrijft een toegesneden effectenonderzoek voor en werkt niet met vooraf bepaalde criteria zoals in de zin van een wel of niet toegestane temperatuurverandering. Eventuele vergunning bij nadelige effecten is alleen mogelijk indien mitigerende maatregelen worden genomen. Volgens het huidige beleid is Rijnland terughoudend met lozingen in Natura-2000 gebieden. Echter voor koude lozingen geldt dat er positieve en negatieve effecten kunnen zijn voor de waterkwaliteit en ecologie. Dit is het onderzoeken waard.

Plas Broekvelden/Vettenbroek heeft een gemiddelde diepte van 22 meter. Het terugbrengen van gekoeld water kan effect hebben op de stratificatie. De koude laag zal groter worden en de warme laag kleiner. Het effect zal nader onderzocht moeten worden.

¹⁵ Bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, persoonlijke communicatie, 12 november 2018.

¹⁶ Keur HDSR: <https://www.hdsr.nl/vergunningen/subsidies/regelgeving/>



Figuur 2.14 | De plas Broekvelden/Vettenbroek (Surfplas) is onderdeel van een Natura-2000 gebied (blauwe polygoon ten noorden en oosten van Reeuwijkse Plassen. Bron: Atlas Natuurlijk Kapitaal. Natura-2000 gebieden. Geraadpleegd op 2 januari 2019, van <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/kaarten>.

3 Technisch kader

3.1 ENERGIE CONCEPT

3.1.1 Algemeen

Bij de toepassing van TEO zijn er globaal twee concepten mogelijk: warmte uit oppervlaktewater of koude uit oppervlaktewater. Bij alle gebieden in de huidige studie is er meer warmtevraag dan koudevraag, daarom is warmte uit oppervlaktewater nodig om de WKO te regenereren. Afhankelijk van de randvoorwaarden binnen een project bepaalt het concept voor een groot deel de financiële, technische en juridische haalbaarheid. In de huidige studie ligt de demarcatie na de afleverset of warmtepomp/gasketel in het gebouw.

3.1.2 Energetische analyse

De overwegend jaren 70 en 80 woningen en gebouwen in het Ravensberg hebben gemiddeld gezien energielabel C (zie Figuur 8.6 in Bijlage 1). In Centrum is er een mix van vooroorlogse- en naoorlogse woningen (zie Figuur 8.5 in Bijlage 1) met een gemiddeld energielabel C. De vooroorlogse woningen zullen energiebesparingsmaatregelen moeten treffen om energielabel C te krijgen. Dit betekent dat de verwarmingstemperatuur voldoende hoog moet zijn om de woningen warm te krijgen. Een woning met een energielabel C kan in het algemeen met een 70 °C aanvoertemperatuur worden verwarmd zonder energiebesparende maatregelen en aanpassingen van afgiftesystemen. 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. Omdat er meerdere bronnen nodig zijn is er een bronnennet benodigd om de verschillende warmte en koude bronnen te verbinden.
- 3 **Technische ruimte:** de technische ruimte bevat een energiecentrale met een bivalent systeem. Dit houdt in dat er een warmtepomp en 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.

Dit kan zowel één of meerdere collectieve ruimte zijn in een gebied waar de warmte wordt geproduceerd en toegevoegd aan een 70/40 warmtenet. Dit geldt voor gebied 2 (Centrum) en gebied 3 (Ravensberg).

De technische ruimte kan ook individueel in de gebouwen aanwezig zijn. In dat geval heeft elk gebouw zijn eigen opwekking en wordt er juist warmte geleverd vanuit een lage temperatuur van circa 16/7 °C warmte-/distributienet. Dit geldt voor gebied 1 (industrieterrein Broekvelden).

- 4 **Warmtenet:** het warmtenet is afhankelijk van het energieconcept. Centrum en Ravensberg heeft een aanvoertemperatuur van 70 °C en retourtemperatuur van 40 °C.

Industrieterrein Broekvelden heeft een warmtenet die in verbinding staat met het WKO-bronnennet met een temperatuur van circa 16 °C aanvoer en 7 °C retour. Op die manier kan er ook koude geleverd worden.

- 5 Gebouwen:** energiebesparende maatregelen (isolatie en/of aanpassing radiatoren) zijn in de meeste gevallen niet nodig, in andere gevallen zal er 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.

De energetische uitgangspunten van de energieconcepten zijn weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1 | Energetische input en output parameters van het energetische concept collectieve WKO en TEO.

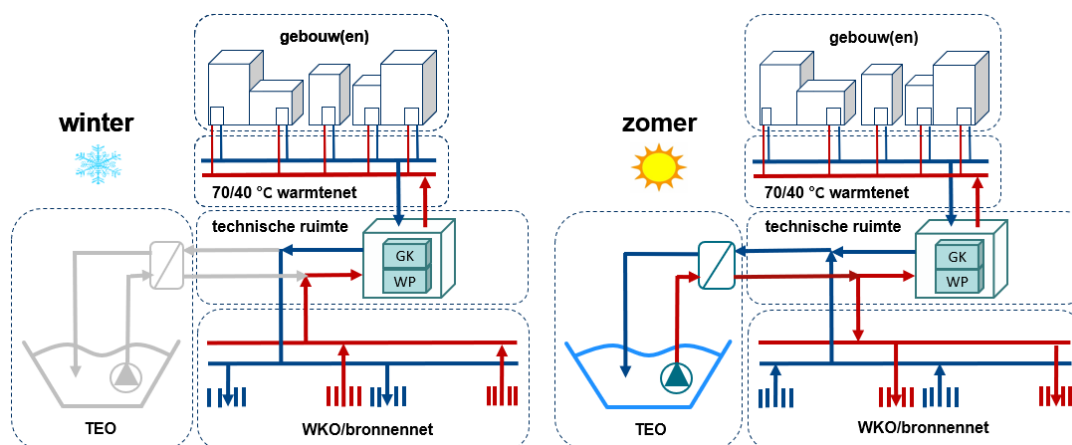
parameter	eenheid	gebied 1	gebied 2	gebied 3
naam		industrieterrein Broekvelden	Centrum	Ravensberg
bron en opslag (TEO en WKO)				
minimale uitkoeling oppervlaktewater	°C	3,0	3,0	3,0
maximale uitkoeling oppervlaktewater	°C	6,0	6,0	6,0
minimale lozingstemperatuur oppervlaktewater	°C	14,0	12,0	12,0
minimale onttrekkingstemperatuur oppervlaktewater	°C	17,0	15,0	15,0
infiltratietemperatuur koude WKO	°C	7,0	7,0	7,0
minimaal debiet oppervlaktewater	m ³ /h	80	700	860
minimaal debiet WKO	m ³ /h	160	380	480
aantal WKO doubletten	-	2-3	4-6	5-7
gemiddelde infiltratietemperatuur warmte	°C	17,5	17,0	17,0
temperatuur warmeleiding	°C	13 - 25	13 - 25	13 - 20
temperatuur koudeleiding	°C	7 - 12	7 - 12	7 - 12
warmteverlies distributienet	%	0	0	0
technische ruimte				
maximale COP warmtepomp	-	3,4	3,4	3,4
seasonal Performance Factor (SPF) warmtepomp	-	3,1	3,1	3,1
warmte productie totaal	MWh/jaar	4.400	24.300	30.400
vermogen productie totaal	MW	3,3	8,3	10,4
koude productie totaal	MWh/jaar	1.600	-	-
vermogen productie totaal	MW	1,6	-	-
aandeel warmtepomp vermogen	%	50	50	50
aandeel gasketel vermogen	%	50	50	50
aandeel warmtepomp energie	%	96	92	92
aandeel gasketel energie	%	4	8	8
warmtenet				
temperatuur warme leiding	°C	16	70	70
temperatuur koude leiding	°C	7	40	40
warmteverlies distributienet	%	0	15	15
aansluitingen gebouwen				
aantal aansluitingen	-	78	1.338	1.767
warmtebehoefte gebouwen	MWh/jaar	4.400	21.100	26.400
koudebehoefte gebouwen	MWh/jaar	1.600	-	-

3.1.3

Principeschema

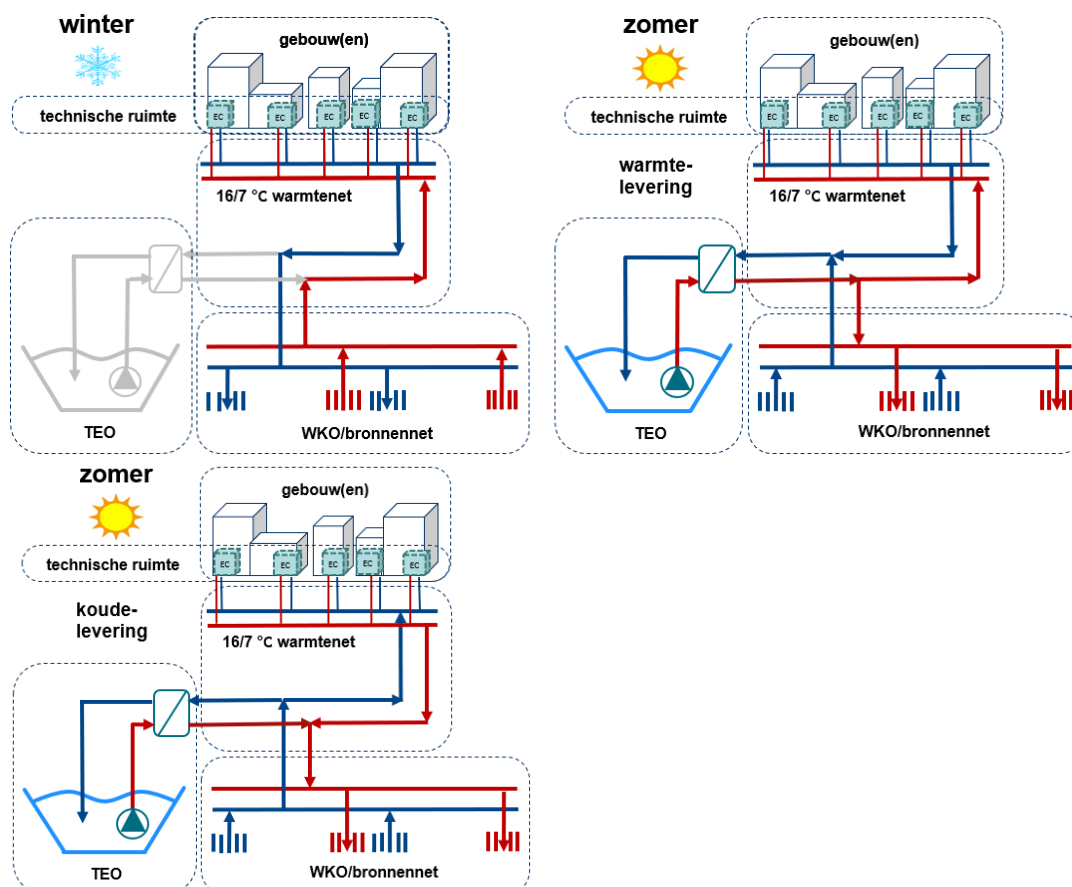
In Figuur 3.1 is het principeschema van een collectieve WKO en TEO voor de winter en de zomer weergegeven voor Centrum en Ravensberg. De seizoenen zijn indicatief om een bepaalde situatie te schetsen. Bij een overwegende warmtevraag is het TEO-systeem in de winter uitgeschakeld. In de zomer wordt het 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 kan de warmte uit oppervlaktewater direct worden ingezet om de gebouwen te verwarmen.



Figuur 3.1 | Principeschema collectieve WKO en TEO voor gebied 2 en gebied 3 in de winter en zomer (grijs = niet in bedrijf). Winter: het TEO-systeem is uitgeschakeld, omdat er alleen warmtevraag is. 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.

In Figuur 3.2 is het principeschema van een collectieve WKO en TEO voor de winter en de zomer weergegeven voor industrieterrein Broekvelden. Er kan nu ook de situatie ontstaan dat er een koudevraag in het gebouw is. In dat geval zal de koude uit de WKO worden gebruikt om de koudeleiding te voeden.

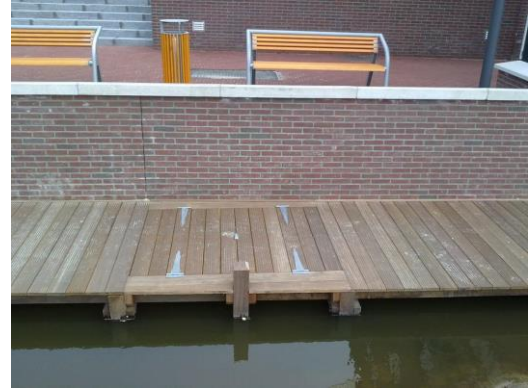


Figuur 3.2 | Principeschema collectieve WKO en TEO voor gebied 1 in de winter en zomer (grijs = niet in bedrijf). Winter: het TEO-systeem is uitgeschakeld, omdat er alleen warmtevraag is. Het WKO-systeem levert warmte uit de warme bronnen die door de warmtepomp/gasketel wordt opgewaardeerd naar de benodigde temperatuur. Zomer: het TEO-systeem is ingeschakeld, warmte kan aan de warmtepomp geleverd worden om de gebouwen van warmte en/of tapwater te voorzien (rechtsboven), daarnaast wordt de warmte uit het oppervlaktewater gebruikt om de WKO te laden/regenereren. De warmtepomp kan ook als koelmachine gebruikt worden (linksonder).

3.2 IMPACT LEEFOMGEVING

De voorzieningen worden deels ondergronds aangelegd (bronnen, leidingen, warmtewisselaars) of in pandig (warmtepomp en warmtewisselaars). Deze hebben, na aanleg, nagenoeg geen visuele impact op de omgeving. Van de bronnen zijn de putten zichtbaar. Deze kunnen desgewenst op maaiveld afgewerkt worden of, indien gewenst, juist uit het landschap worden getild om het duurzame karakter te benadrukken.

Het ontwerp en de constructie in de kadeafwerking zal afgestemd dienen te worden met het bevoegd gezag (de gemeente en het waterschap). In Figuur 3.3 zijn drie verschillende TEO inlaat systemen weergegeven die zijn gerealiseerd in Nederland.



Figuur 3.3 | Inlaat van een TEO systeem. De inlaat kan boven water geplaatst worden onder een steiger (links). De inlaat kan ook onder water geplaatst onder een steiger.

3.2.1 Zonnepaneel- en windturbine equivalenten

In Tabel 3.2 is het totale elektriciteitsverbruik te zien voor de warmte- en koudeopwekking (WKO, TEO en warmtepompen) en de referenties, het aantal zonnepanelen, het aantal vierkante meters dat daarvoor nodig zijn óf het aantal windturbines. Het elektriciteitsverbruik is inclusief warmtepompen, bronpompen, oppervlaktewaterpompen en distributiepompen. Bij een schuin dak is het benodigd oppervlak 1,65 m²/paneel en bij een voetbalveld circa 4 m²/paneel (bron: Milieucentraal).

Tabel 3.2 | Berekening zonnepaneelequivalent voor elektriciteitsverbruik.

parameter	eenheid	gebied 1		gebied 2		gebied 3	
naam		Broekvelden WKO en TEO	Broekvelden referentie	Centrum WKO en TEO	Centrum referentie	Ravensberg WKO en TEO	Ravensberg referentie
Elektriciteitsverbruik totaal	MWh/jaar	2.300	640	8.600	0	10.800	12.900
Gasverbruik totaal	MWh/jaar	210	4.900	2.100	23.400	2.600	0
E-verbruik totaal	MWh/jaar	2.500	5.500	10.700	23.400	13.400	12.900
zonnepaneelequivalenten							
E-opwekking zonnepaneel	kWh/jaar/stuk	240	240	240	240	240	240
zonnepaneel oriëntatie	-	zuiden	zuiden	zuiden	zuiden	zuiden	zuiden
aantal zonnepanelen (1,65 x 1 m)	#	10.400	23.100	44.500	97.700	55.800	53.800
benodigde oppervlakte zonnepanelen schuin dak	m ²	17.200	38.100	73.400	161.200	92.000	88.700
aantal voetbalvelden met zonnepanelen	#	5,4	12,0	23,1	50,8	29,0	27,9
windturbine equivalenten^{17,18}							
E-opwekking windturbine	MWh/jaar/stuk	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
aantal windturbines (3 MW)	#	0,4	0,9	1,8	3,9	2,2	2,2

¹⁷ Referentie Vestas V90-3.0 met een naaf hoogte van 80-105 meter, en een rotor diameter van 90 meter.

¹⁸ 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>.

4 Business case

Aan de hand van de geïntariseerde data, die zijn beschreven in hoofdstuk 2 en de energetische analyse uit hoofdstuk 3, 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. Indien aannamen of kentallen gebruikt worden die niet afkomstig zijn uit hoofdstuk 2 of 3 zal dit expliciet vermeld worden.

4.1 FINANCIËLE ANALYSE

4.1.1 Uitgangspunten financiële analyse

Voor de financiële berekeningen is rekening gehouden met de energetische uitgangspunten gegeven in Tabel 3.1 en de financiële uitgangspunten gegeven in Tabel 4.1. Voor de genoemde uitgangspunten is 2019 als referentiejaar gebruikt.

Als referentiesysteem zijn er 3 varianten gekozen voor elk gebied 1 variant:

- 1 referentie Industrierrein Broekvelden: conventionele gasketels en compressiekoelmachines.
- 2 referentie Centrum: individuele gasketels (conventioneel);
- 3 referentie Ravensberg: individuele lucht-/waterwarmtepompen (all-electric).¹⁹

4.1.2 Total cost of ownership en terugverdientijd

In Tabel 4.2 zijn de te verwachten kosten en baten inzichtelijk gemaakt. Alle genoemde bedragen zijn exclusief btw en gebaseerd op prijspeil 2019. Op basis van deze kosten en de financiële uitgangspunten kan de total cost of ownership (TCO) van de systemen bepaald worden over een projectlooptijd van 30 jaar. Met de TCO kan de terugverdientijd van WKO en TEO t.o.v. de referenties bepaald worden. In Tabel 4.3 is de TCO voor de systemen weergegeven. In Figuur 4.1 t/m Figuur 4.3 is de TCO voor de drie gebieden grafisch weergegeven. In de TCO van de referenties met gasketels is een gevoeligheid in de gasprijs berekend. 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 gasprijs²⁰. De terugverdientijden van een collectief WKO en TEO systeem t.o.v. de referenties is ook weergegeven in Tabel 4.3. De terugverdientijd van een collectieve WKO en TEO t.o.v. van een systeem met gasketels ligt gemiddeld tussen de 11 - 19 jaar, terwijl t.o.v. individuele lucht-/waterwarmtepompen de terugverdientijd slechts 2 jaar is.

In de berekeningen is in eerste instantie geen bijdrage aansluitkosten (BAK) meegenomen om de total cost of ownership en het projectrendement zonder BAK te berekenen over 30 jaar.

¹⁹ In de referentie met individuele lucht-/waterwarmtepomp is gerekend met gelijke uitgangspunten: 70 graden aanvoer temperatuur en geen gebouwzijdige energiebesparingsmaatregelen.

²⁰ K. Schoots, M. Hekkenberg en P. Hammingh (2017), Nationale Energieverkenning 2017. ECN-O--17-018. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Tabel 4.1 | Uitgangspunten financiële analyse.

parameter	eenheid	waarde		
Algemeen				
vereist projectrendement (RRR)	%	6,0		
aandeel eigen vermogen	%	100 ²¹		
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 TSA	jaar	15		
herinvestering distributie- /warmtenet	jaar	> 30		
OPEX				
indexering operationele kosten	%	2,0		
indexering gas (base case)	%	2,0		
indexering elektriciteit (base case)	%	2,0		
startjaar operatie	jaar	1		
netbeheerder elektriciteit	-	Stedin		
elektriciteitsprijs (gebied 1, 2 en 3)	€/kWh	0,079 (1)	0,077 (2)	0,075 (3)
gasprijs (gebied 1, 2 en 3)	€/m ³	0,60 (1)	0,53 (2)	0,49 (3)
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		

²¹ Het aandeel eigen vermogen is bij de verkennende business case fictief op 100% gezet. Het projectrendement wordt berekend op totale kosten en opbrengsten over een projectlooptijd van 30 jaar. In werkelijkheid zal er vreemd vermogen aangetrokken moeten worden om een dergelijk groot project te financieren. In een verdiepende business case zal dit verder onderzocht moeten worden.

Tabel 4.2 | Kosten collectieve WKO en TEO en referentiesystemen.

parameter	eenheid	gebied 1		gebied 2		gebied 3	
naam		Broekvelden WKO en TEO	Broekvelden referentie	Centrum WKO en TEO	Centrum referentie	Ravensberg WKO en TEO	Ravensberg referentie
CAPEX							
WKO/open bodemenergiesysteem	€	410.000	-	1.120.000	-	1.360.000	-
TEO/regeneratiesysteem	€	140.000	-	660.000	-	870.000	-
distributienet WKO en TEO	€	300.000	-	400.000	-	1.500.000	-
warmtenet (inclusief afleverset)	€	1.900.000	-	9.370.000	-	12.370.000	-
energiecentrale: warmtepomp(en)/gasketels	€	1.320.000	330.000	2.900.000	2.700.000	3.630.000	20.000.000
gebouw technische ruimte	€	230.000	-	530.000	-	760.000	-
ontwerp- & advieskosten	€	90.000	70.000	220.000	230.000	280.000	2.000.000
afsluiten gas	€	50.000	360.000	910.000	-	1.200.000	1.200.000
totaal	€	4.430.000	760.000	16.100.000	2.930.000	21.960.000	23.240.000
OPEX							
elektriciteit (vast + variabel)	€/jaar	149.000	115.000	751.000	-	920.000	2.330.000 ²²
gas (vast + variabel)	€/jaar	18.000	337.000	118.000	1.730.000	136.000	-
onderhoud en beheer WKO	€/jaar	8.000	-	22.000	-	27.000	-
onderhoud en beheer TEO	€/jaar	2.000	-	10.000	-	14.000	-
onderhoud en beheer distributie-/warmtenet	€/jaar	51.000	-	241.000	-	330.000	-
onderhoud en beheer energiecentrale	€/jaar	41.000	28.000	91.000	170.000	114.000	800.000
management/administratie/facturatie	€/jaar	5.000	-	80.000	-	106.000	-
totaal	€/jaar	275.000	480.000	1.310.000	1.900.000	1.650.000	3.130.000
subsidies en eenmalige inkomsten							
energie-investeringsaftrek (EIA)	€	240.000	-	570.000	-	830.000	-
investeringssubsidie duurzame energie (ISDE)	€	340.000	-	-	-	-	3.710.000

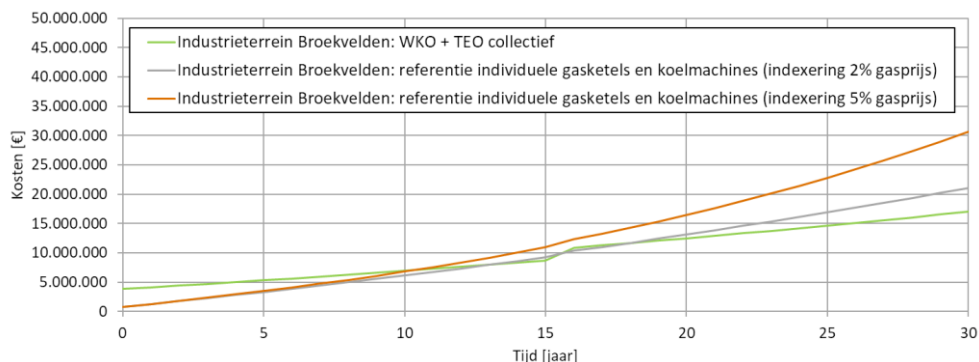
Tabel 4.3 | Total cost of ownership en terugverdientijd.

parameter	eenheid	gebied 1		gebied 2		gebied 3	
naam		Broekvelden WKO en TEO	Broekvelden referentie	Centrum WKO en TEO	Centrum referentie	Ravensberg WKO en TEO	Ravensberg referentie
TCO 30 jaar	M€	17,0	21,1 ¹ 30,6 ²	74,0	84,7 ¹ 125,0 ²	94,5	177,0
terugverdientijd WKO + TEO collectief t.o.v. referentie	jaar	-	14 ¹ 11 ²	-	19 ¹ 13 ²	-	2

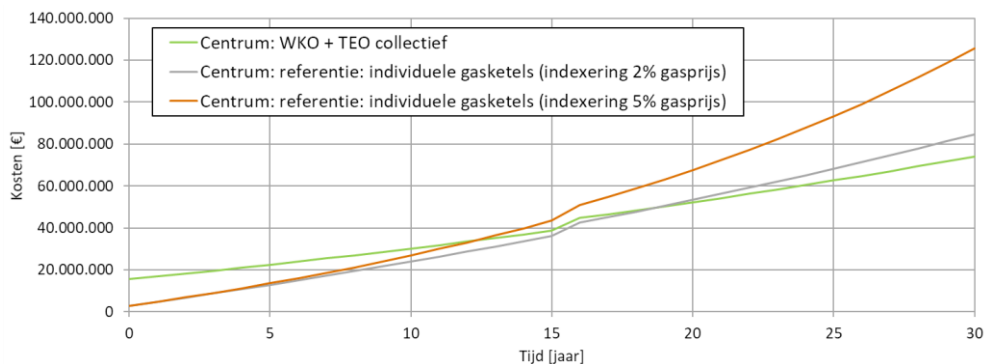
¹ indexering gasprijs 2%.

² indexering gasprijs 5%.

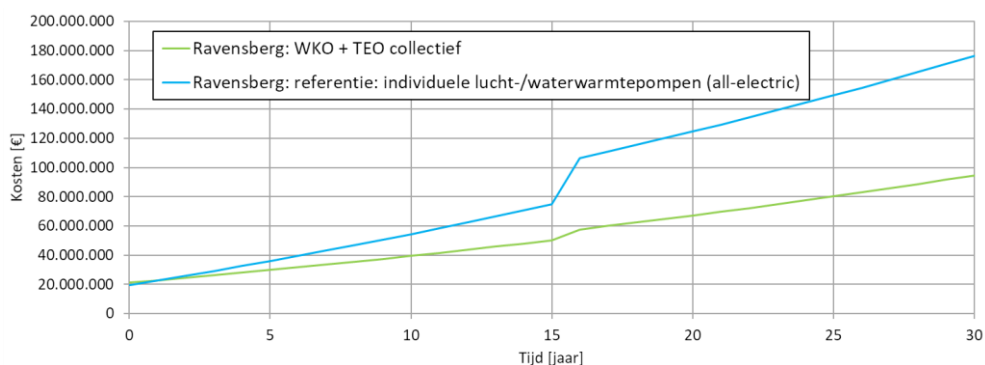
²² Het elektriciteitstarief bij Ravensberg referentie is particulier, vanwege de individuele lucht-/waterwarmtepompen die in dit concept gebruikt worden.



Figuur 4.1 | Total cost of ownership (TCO) collectieve WKO en TEO industrieterrein Broekvelden in vergelijking met de TCO van individuele gasketels en koelmachines voor 2 scenario's (2% en 5% indexering gasprijs).



Figuur 4.2 | Total cost of ownership (TCO) collectieve WKO en TEO Centrum in vergelijking met de TCO van individuele gasketels voor 2 scenario's (2% en 5% indexering gasprijs).



Figuur 4.3 | Total cost of ownership (TCO) collectieve WKO en TEO Ravensberg in vergelijking met de TCO van individuele lucht-/waterwarmtepompen.

4.1.3 Exploitatiemodel

In Tabel 4.4 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 warmte- en koudelevering aan individuele afnemers zijn gelijk aan de maximum tarieven voor 2019 die de ACM elk jaar vaststelt. In het geval van Industrieterrein Broekvelden is het tarievenblad

stadswarmte 2018 van NUON gebruikt.²³ De tarieven voor 2019 zijn nog niet beschikbaar. Daarom zijn de tarieven van 2018 geïndexeerd met 13% conform de toename van de warmteprijs die is vastgesteld door de ACM voor particulieren afnemers zoals in Centrum en Ravensberg.

Tabel 4.4 | Opbrengsten WKO en TEO-systeem.

parameter	eenheid	gebied 1	gebied 2	gebied 3
naam		Broekvelden WKO en TEO	Centrum WKO en TEO	Ravensberg WKO en TEO
omzet				
warmte levering	€/jaar	343.000	1.790.000	2.240.000
vastrecht warmte	€/jaar	54.000	630.000	840.000
koude levering	€/jaar	49.000	-	-
vastrecht koude	€/jaar	90.000	-	-
totaal	€/jaar	540.000	2.420.000	3.080.000

In Tabel 4.5 is het projectrendement, netto contante waarde (NPV) en de benodigde bijdrage aansluitkosten (BAK)/subsidie weergegeven om een projectrendement van 6,0% te halen. Daarnaast zijn ook de benodigde energiebesparingskosten weergegeven om de woningen te verduurzamen naar label C. Hierbij is alleen rekening gehouden met isolatie maatregelen en niet met de duurzame energievoorziening zelf. In het Centrum zijn de kosten van de besparende maatregelen hoog, omdat er veel oude woningen (<1964) zijn. De energiebesparingskosten zijn nog niet meegenomen in de business case.

In Figuur 4.4 t/m Figuur 4.6 zijn de kasstromen en de netto contante waarde (NPV) grafisch weergegeven voor de 3 gebieden.

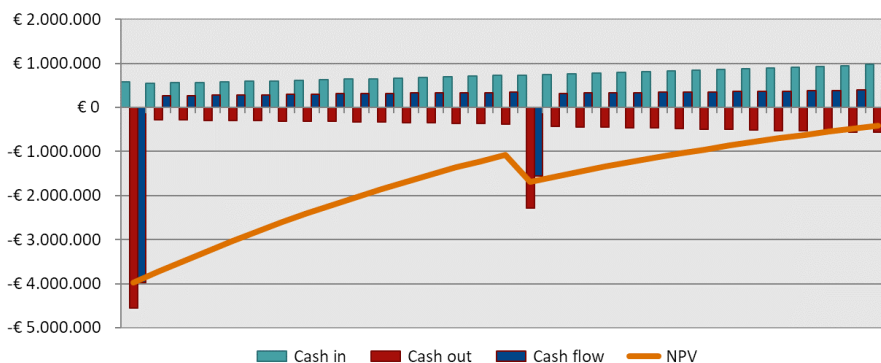
Tabel 4.5 | Financiële output business case. De benodigde BAK/subsidie is een bedrag die benodigd is om een projectrendement van 6% te kunnen halen.

parameter	eenheid	gebied 1	gebied 2	gebied 3
naam		industrieterrein Broekvelden	Centrum	Ravensberg
projectrendement (IRR)	%	5,0	6,1	5,7
netto contante waarde (NPV) ²⁴	€	-410.000	170.000	-740.000
benodigde BAK/subsidie voor 6% IRR	€/aansluiting	7.200	0	600
	M€	560.000	0	1.060.000
energiebesparingskosten ²⁵	€/woning	-	12.000	2.100

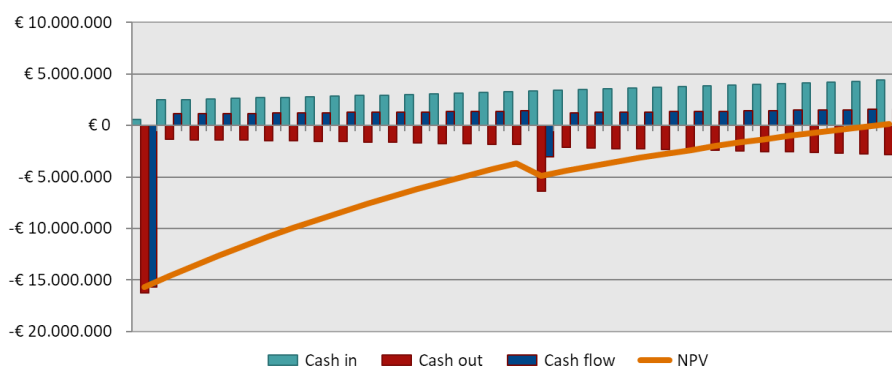
²³ Bron: NUON. Tarievenblad stadswarmte 2018. Geraadpleegd op 7 januari 2019, https://www.nuon.nl/media/mkb/downloads/tarieven/tarieven-nuon-stadswarmte-kleinzakelijk_2018.pdf.

²⁴ Netto contante waarde bij disconteringsvoet van 6%.

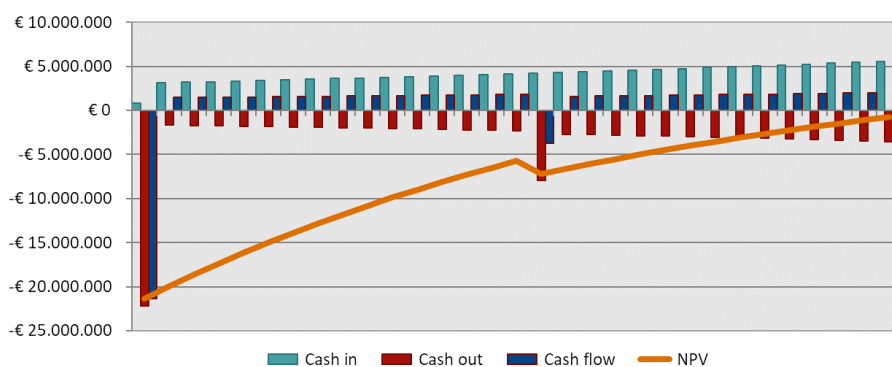
²⁵ Energiebesparingskosten zijn de gemiddelde kosten per woning om te verduurzamen naar label C. Hiervoor is de Energiebesparingsverkenner (RVO) gebruikt. Deze energiebesparingskosten zijn nog niet meegenomen in de business case en de IRR van 6,0%. De kosten zijn onzeker, omdat niet bekend is welke maatregelen al zijn toegepast. In een verdiepende business case zal er meer inzicht in deze kosten nodig zijn.



Figuur 4.4 | Kasstromen collectieve WKO en TEO voor industrieterrein Broekvelden.



Figuur 4.5 | Kasstromen collectieve WKO en TEO voor Centrum.



Figuur 4.6 | Kasstromen collectieve WKO en TEO voor Ravensberg.

4.2 DUURZAAMHEID

Opwekkingsrendement en emissie

In Tabel 4.6 zijn enkele prestatiefactoren van een collectieve WKO en TEO weergegeven. Het equivalent opwekkingsrendement (EOR) is inclusief opwekking elektriciteit. De warmte emissie

geeft de vermeden warmte emissie in de zomer aan. Dit wordt veroorzaakt omdat er juist warmte wordt onttrokken aan het oppervlaktewater. Daarnaast zorgt bij industrieterrein Broekvelden koeling vanuit de WKO ervoor dat er geen koelmachines nodig zijn die hun warmte afgeven aan de omgevingslucht.

De CO₂-emissie van de referentiesystemen is ook weergegeven in Tabel 4.6. Bij industrieterrein Broekvelden en Centrum is de CO₂-emissie hoger dan een collectief WKO en TEO systeem door het gasverbruik. Bij Ravensberg wordt de verhoogde CO₂-emissie veroorzaakt door de individuele lucht-/waterwarmtepompen, waarbij de COP (coëfficiënt of performance) circa 1,5 maal lager is dan een collectieve water-/waterwarmtepomp. De COP is het rendement van de warmtepomp, het geeft aan hoeveel elektriciteit een warmtepomp verbruikt om een warmtevraag te leveren. Een lucht-/waterwarmtepomp gebruikt in de winter de koude lucht (ca. minus 10 - 5 °C) als warmtebron. Bij een WKO en TEO-systeem is het warme water van de WKO (ca. 13 - 17 °C) de warmte bron. Hierdoor is het rendement (COP) bij WKO en TEO hoger. In het geval dat alle elektriciteit duurzaam opgewekt wordt, kan de CO₂-emissie verder verlaagd worden naar 0.

Tabel 4.6 | Prestatiefactoren collectieve WKO en TEO.

parameter	eenheid	gebied 1		gebied 2		gebied 3	
		Broekvelden WKO en TEO	Broekvelden referentie	Centrum WKO en TEO	Centrum referentie	Ravensberg WKO en TEO	Ravensberg referentie
equivalent opwekkingsrendement (EOR)	-	1,49	1,01	1,29	0,90	1,28	1,23
primair energieverbruik	MWh	4.000	6.000	16.500	23.500	20.600	21.500
warmte emissie (hittestress)	GJ _{th}	-12.900 ²⁶	-	-55.000	-	-68.500	-
CO ₂ -emissie ²⁷	ton/jaar	750	1.160	4070	4250	5.100	5.550

Risico opwarming oppervlaktewater

Het kaartbeeld in Figuur 4.7 toont de langste aaneengesloten periode van dagen per jaar, waarin de watertemperatuur hoger is dan 20 °C in het kalenderjaar 2050. De klimaatverandering is gebaseerd op het WH-scenario voor 2050. Het WH scenario kent de sterkste opwarming van de vier KNMI'14-scenario's Vanaf die temperatuur gedijen (ongewenste) exotische planten en dieren, blauwalgen, ziekteverwekkers- en verspreiders beter. In de Oude Rijn is de temperatuur van het water 30 - 40 dagen achter elkaar boven de 20 °C, in de Reeuwijkse plassen zelfs meer dan 40 dagen achtereenvolgens. Het effect op Plas Broekvelden/Vettenbroek is niet weergegeven in de kaart, omdat water dieper dan 3 meter niet is opgenomen in het kaartbeeld.

Flora en fauna

Het resultaat van het WKO en TEO concept is ook dat het oppervlaktewater dat wordt verpompt in de zomer enkele graden afkoelt, wat een positief effect heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit. Met name in de stedelijke omgeving waar de oppervlaktewatertemperatuur negatief wordt beïnvloed door het stedelijk hitte eiland effect, ontstaan lokale knelpunten met de waterkwaliteit zoals blauwalgen, drijfvlagen en botulisme als gevolg van vissterfte. Maar ook bij ondiepe plassen waar het oppervlaktewater snel opwarmt en stagneert qua doorstroming kunnen knelpunten

²⁶ Dit is gelijk aan de som van de warmte onttrekking aan het oppervlaktewater en de warmte afgifte aan de omgeving door de koelmachine in het warme seizoen.

²⁷ CO₂-emissie gebaseerd op CO₂-emissie elektriciteit in 2020 en CO₂-emissie verbranding aardgas (bron: RVO (2018), Uniforme Maatlat Gebouwde Omgeving (UMGO) voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw).

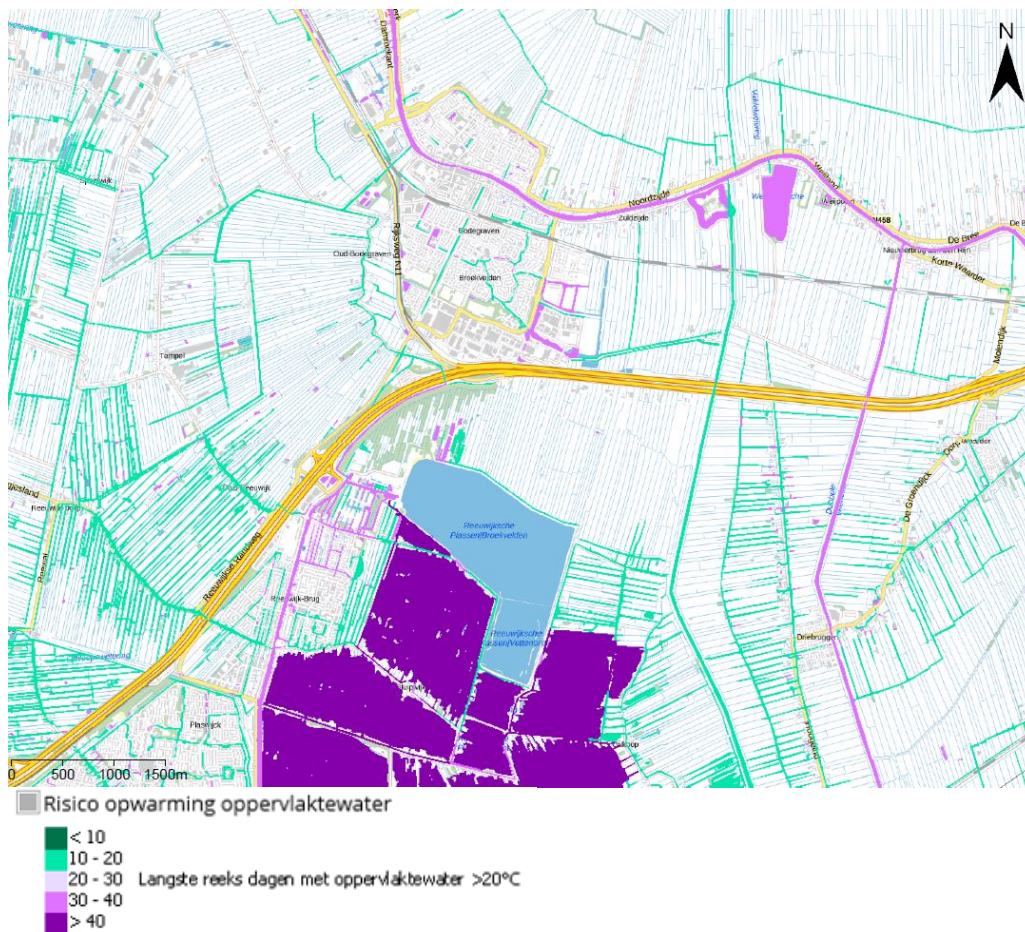
ontstaan. Vaak is dat het gevolg van een overmaat aan voedingsstoffen (eutrofiëring) in combinatie met een te hoge oppervlaktewatertemperatuur waardoor de natuurlijke processen worden versneld. Door het water in beweging te brengen kan het water meer zuurstof opnemen. Dit wordt versterkt door het water enkele graden af te koelen wat de zuurstofopname bevordert. Ook zal kouder water enkele negatieve processen remmen zoals blauwalgenbloei. Hiermee kan TEO bijdragen aan klimaat adaptatie en een toekomst bestendig waterbeheer.

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

- De watertemperatuur zal afnemen, wat sturend is voor veel fysische, chemische en biologische processen.
- In koud water kan meer zuurstof opgelost worden.
- Met name in kleine wateren zal door de lozing het water in beweging gebracht worden waardoor meer zuurstof in het water wordt opgenomen (reaeratie).
- De lozing kan de vorming van het giftige waterstofsulfide verminderen, als door de lozing zuurstofarm water zuurstofrijk wordt.
- Verbeterde zuurstofcondities bevordert de binding van fosfaat aan ijzer, waardoor deze minder beschikbaar komt.
- Het koudere water zal afbraak van organisch materiaal remmen en daarmee ook het zuurstof verbruik.
- De stratificatie kan in diepe plassen door een lozing veranderen of verdwijnen. Bij een koudelozing zal het hypolimnion (onderste koude laag) groter worden en meer zuurstof gaan bevatten. Als het water wordt ingenomen in het epilimnion (bovenste warme laag) zal dit het proces versterken.
- Het proces van denitrificatie zal afnemen bij een lagere temperatuur.

Vanuit de waterkwaliteit zijn de meeste effecten positief te noemen. Wel kan de stikstofconcentratie verhoogd worden (afname denitrificatie). In diepe wateren moet bij grootschalige lozingen goed gekeken worden naar de effecten op de stratificatie.

Verder is het uitgangspunt dat de ecologie niet nadelig wordt beïnvloed. Er zijn positieve en negatieve effecten te verwachten op de ecologie. De positieve effecten zullen in veel gevallen opwegen tegen de negatieve effecten. Toch zijn er een aantal effecten die kritisch bekeken moeten worden. Negatieve effecten zijn er te verwachten bij de macrofauna, zoöplankton, vis en in mindere mate bij de vegetatie.



Figuur 4.7 | Risiko opwarming oppervlaktewater in Bodegraven-Reeuwijk. Bron: Klimateffectatlas. Geraadpleegd op 7 januari 2018, van <http://www.klimateffectatlas.nl/nl/>.

5 Organisatorisch en juridisch kader

5.1 STAKEHOLDERS

Identificeren potentiële partners en indirecte stakeholders:

- Private en/of publieke afnemers van warmte en koude in Bodegraven-Reeuwijk (particulieren, zakelijke afnemers, woningcorporaties):
Het is belangrijk dat de manier en inpassing van warmte- en koudelevering overeenkomt met de wensen, eisen en mogelijkheden van de gebouweigenaren. Kwaliteit en betrouwbaarheid tegen een zo laag mogelijke prijs is belangrijk.
- Warmteleverancier (al dan niet gesplitst in producent, netwerkbedrijf en leverancier):
Ontwikkelen, aanbieden en leveren van warmte en koude en ontwikkelen en beheren van netwerk. Het leveren van warmte moet aansluiten bij de nationale energie- en klimaatdoelen. Het hangt van het organisatorisch kader in hoeverre de leverancier een commercieel belang heeft.
- Aannemers/installateurs:
Levering, installatie, onderhoud en beheer van installaties.
- Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden:
De waterschappen zijn verantwoordelijk voor het kwalitatieve en kwantitatieve beheer van het regionale oppervlaktewater. Voor het brengen van water in of het onttrekken van water uit een oppervlaktewaterlichaam is het waterschap bevoegd gezag voor vergunningverlening. Daarnaast is het waterschap bevoegd gezag van onder andere de primaire- en regionale waterkeringen. Het waterschap heeft belang bij schoon, voldoende en veilig water. De waterschappen nemen maatregelen om de gevolgen van klimaatverandering voor het waterbeheer zo goed mogelijk op te vangen. Daarnaast voeren de waterschappen een duurzaam energiebeleid. TEO kan bijdragen aan dit energiebeleid.
- Provincie Zuid-Holland:
De gedeputeerde staten van de provincie Zuid-Holland is volgens artikel 6.4 van de Waterwet bevoegd gezag voor grondwateronttrekkingen en infiltraties ten behoeve van bodemenergiesystemen, zoals warmte- en koude opslagsystemen. TEO kan bijdragen aan beleidsdoelen Energie en klimaat om de energievoorziening in 2050 volledig duurzaam te laten zijn.
- Gemeente Bodegraven-Reeuwijk:
De gemeente Bodegraven-Reeuwijk is eigenaar en bevoegd gezag van de openbare ruimte en heeft daarom belang bij gebiedsontwikkeling en de leefbaarheid in de wijken. Bij de realisatie van het project zijn voorzieningen in de openbare ruimte nodig (kabels, leidingen, inlaat en uitlaatwerk en bronnen), waar de gemeente bevoegd gezag is. In de Energieagenda heeft de gemeente de rol gekregen van regisseur van de warmtetransitie. TEO kan bijdragen aan lokale energie en klimaat beleidsdoelen, zoals het realiseren van aardgasvrije wijken (Green Deal Aardgasvrije wijken). De gemeente Bodegraven-Reeuwijk heeft de ambitie om in 2035 klimaatneutraal te zijn.
- Ministeries (I&W en EZK):
TEO kan bijdragen aan de beleidsdoelen voor Klimaat en Energie.
- Financier:

Om een WKO en TEO project met een collectief warmtenet van de grond te krijgen is een financiering noodzakelijk. Dit kan door een bancaire lening aan te gaan. Daarnaast kunnen initiatiefnemers eigen vermogen in het project stoppen. Het vereiste rendement en de haalbaarheid van een project hangt samen met het risico dat de financier loopt.

- Adviseurs:
Om de haalbaarheid en risico's inzichtelijk te maken zijn adviseurs nodig op het gebied van technisch, organisatorisch, financieel, juridisch en ecologisch gebied.
- Belangenorganisaties (Milieu, natuur, etc.):
Belangenorganisaties zullen hun specifieke belangen beschermen. Het is daarom van belang dat dergelijke organisaties worden betrokken en geïnformeerd om de haalbaarheid van TEO te vergroten. TEO kan bijdragen aan duurzaamheid en het in balans houden van milieu en natuur.

5.2 SCAN JURIDISCHE VOORWAARDEN

Voor het realiseren van collectieve WKO en TEO zijn in ieder geval de volgende vergunningen nodig:

- M.e.r.-beoordelingsplicht:
 - De formele 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 (bevoegd gezag: provincie Zuid-Holland).
- Vergunning Waterwet (open bodemenergiesysteem):
 - Voor onttrekken en retourneren van grondwater (bevoegd gezag: provincie Zuid-Holland);
- Vergunning, zorgplicht en/of meldplicht Waterwet (oppervlaktewatersysteem)
 - Voor onttrekken en terugbrengen van oppervlaktewater Oude Rijn of Reeuwijkse Plassen (bevoegd gezag: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden of Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Lozingen:
 - Lozing van grondwater bij realisatie en onderhoud van de bronnen (bevoegd gezag: gemeente Bodegraven-Reeuwijk/Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden/Hoogheemraadschap van Rijnland).
- Werkwater:
 - Tijdens het boren van de grondwaterbronnen dient in het boorgat een overdruk te worden gecreëerd t.o.v. maaiveld, waardoor het boorgat in stand blijft, d.m.v. inpompen van werkwater (drinkwater of grondwater) (bevoegd gezag: Waterleidingbedrijf Oasen).
- Omgevingsvergunning/vergunning kabels leidingen:
 - Voor het plaatsen van kabels en leidingen in de openbare ruimte is een vergunning vereist. In de aanvraag dient middels maatvoering het exacte tracé aangegeven te worden (gemeente Bodegraven-Reeuwijk).
- Natuurbeschermingswet:
 - Natuurbeschermingswet regelt de bescherming van gebieden die in het kader van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn beschermd moeten worden. Handelingen die leiden tot negatieve effecten op de natuurwaarden binnen een Natura 2000-gebied mogen niet plaatsvinden zonder vergunning. Plas Broekvelden/Vettenbroek is onderdeel van een Natura-2000 gebied.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 CONCLUSIE

Uit de huidige studie blijkt dat collectieve WKO en TEO technisch, financieel en juridisch haalbaar zijn voor industrieterrein Broekvelden, Centrum en Ravensberg. Het systeem is goedkoper en duurzamer dan individuele lucht-/waterwarmtepompen en/of gasketels (met koelmachines).

Technisch

- Op de onderzochte locatie is WKO + TEO technisch en energetisch haalbaar om het onderzochte gebied van warmte en/of koude te voorzien.
 - Het potentieel in de bodem en het oppervlaktewater is voldoende.
 - Aandachtspunt in de bodem zijn de zoet-/brak-/zoutovergangen, zand- en kleideeltjes, overige grondwatergebruikers, archeologie, waterkeringen en het spoor.
 - Aandachtspunt voor het TEO systeem bij plas Broekvelden/Vettenbroek is het Natura-2000 gebied.

Financieel

- De terugverdientijd van WKO en TEO t.o.v. van de referentie individuele lucht-/waterwarmtepompen bij Ravensberg is ongeveer 2 jaar. En de terugverdientijd van WKO en TEO t.o.v. de referentie individuele gasketels en (koelmachines) bij industrieterrein Broekvelden en Centrum 11-19 jaar.
- De total cost of ownership van WKO en TEO over 30 jaar is lager dan de referenties voor elk gebied.
 - Bij industrieterrein Broekvelden is de TCO van WKO en TEO 20-45% lager dan individuele gasketels en koelmachines, waarbij de range bepaald wordt door de inflatie van de gasprijs (2%-5%).
 - Bij Centrum is de TCO van WKO en TEO 12-41% lager dan individuele gasketels, waarbij de range bepaald wordt door de inflatie van de gasprijs (2%-5%).
 - Bij Ravensberg is de TCO van WKO en TEO 45% lager dan individuele lucht-/waterwarmtepompen.
- Het projectrendement over 30 jaar van WKO en TEO van de drie gebieden is als volgt:
 - industrieterrein Broekvelden: 5,0%.
 - Centrum: 6,1%.
 - Ravensberg: 5,7%.
- Om de onderzochte varianten (WKO + TEO en de referentie) haalbaar te maken met een rendement van 6% is een BAK en/of andere subsidie nodig. De hoogte van deze BAK per aansluiting is:
 - industrieterrein Broekvelden: 7.200 €/aansluiting.
 - Centrum: 0 €/aansluiting (IRR > 6,0%).
 - Ravensberg: 600 €/aansluiting.

Maatschappelijk

- WKO + TEO is duurzamer dan de referentie all-electric en de referentie gasketels (met koelmachines).

- Het primaire energieverbruik is lager bij collectieve WKO + TEO t.o.v. de referenties. Oftewel om de gebouwde omgeving van warmte en/of koude te voorzien kost WKO en TEO minder energie.
 - industrieterrein Broekvelden: primair energieverbruik WKO en TEO 32% lager dan individuele gasketels en koelmachines.
 - Centrum: primair energieverbruik WKO en TEO 30% lager dan individuele gasketels.
 - Ravensberg: primair energieverbruik WKO en TEO 4% lager dan individuele lucht-/waterwarmtepompen.
- De CO₂-emissie van WKO + TEO is lager dan de referentie (referentie elektriciteitsopwekking 2020 UMGO 4.2). Bij duurzame energieopwekking kan de CO₂-emissie naar 0 gereduceerd worden. Om dit te bereiken zal ook de piekgasketel vervangen moeten worden door een duurzaam alternatief, zoals biomassa, biogas of waterstof. De procentuele minimale reductie van CO₂-emissie op basis van elektriciteitsopwekking 2020 uit de UMGO 4.2 is als volgt (bij duurzame elektriciteitsopwekking zal de reductie 100% kunnen worden t.o.v. gas):
 - industrieterrein Broekvelden: CO₂-emissie WKO en TEO 35% lager dan individuele gasketels en koelmachines.
 - Centrum: CO₂-emissie WKO en TEO 4% lager dan individuele gasketels.
 - Ravensberg: CO₂-emissie WKO en TEO 8% lager dan individuele lucht-/waterwarmtepompen.
- Er is netto minder warmte emissie in de zomer met WKO + TEO t.o.v. de referenties. Dit houdt in dat er in de zomer warmte aan het oppervlaktewater wordt onttrokken, dit zorgt voor afkoeling van het oppervlaktewater. Bij industrieterrein Broekvelden kan de koude uit de WKO zorgen voor een vermeden warmte-emissie van de koelmachines aan de omgeving.

Financieel vs. maatschappelijk

- Een helder inzicht in maatschappelijke baten kan een belangrijke rol spelen om de bereidheid te vergroten van bijv. een publieke organisatie om financieel bij te dragen. Bijv. een waterschap als TEO de waterkwaliteit verbetert.
- Meekoppelkansen moeten worden uitgezocht om klimaat adaptieve maatregelen en nutsvoorzieningen te kunnen combineren met de aanleg van de WKO, TEO en warmtenet infrastructuur.

In Tabel 6.1 is een samenvatting van de financiële en maatschappelijk resultaten weergegeven.

Tabel 6.1 | Samenvatting resultaten (financieel en maatschappelijk) haalbaarheidsstudie TEO Bodegraven-Reeuwijk.

parameter	eenheid	gebied 1	gebied 2	gebied 3
naam		Broekvelden WKO en TEO	Centrum WKO en TEO	Ravensberg WKO en TEO
referentie	-	individuele gasketels en koelmachines	individuele gasketels	individuele lucht-/water- warmtepompen
projectrendement (30 jaar)	%	5,0	6,1	5,7
TCO (30 jaar) t.o.v. referentie	%	-20-45%	-12-41%	-45%
primair energieverbruik t.o.v. referentie	%	-32%	-30%	-4%
CO ₂ -emissie t.o.v. referentie	%	-35%	-4%	-8%
warmte-emissie t.o.v. referentie	GJ _{th}	-12.900	-55.000	-68.500

6.2 AANBEVELINGEN

6.2.1 Vervolgstappen TEO voor een specifieke wijk

Na afronding van de huidige haalbaarheidsstudie kunnen fase 0 en fase 1 uit de TEO handreiking grotendeels afgevoerd worden (zie Figuur 6.1). Om de huidige studie een vervolg te geven worden de volgende stappen in het proces om TEO een stap verder te brengen aanbevolen:

- onderzoeken welke buurt de grootste technische en organisatorische haalbaarheid heeft;
 - een buurt waarbij voldoende ruimte voor een warmtenet beschikbaar is, waarbij het meeste draagvlak vanuit de bewoners en woningcorporaties is, waarbij er weinig of geen energiebesparende maatregelen aan de woningen moeten plaatsvinden en waarbij er op korte termijn vervangingswerkzaamheden voor gasleidingen en/of riolering moeten plaatsvinden heeft in potentie een grotere haalbaarheid;
- stakeholders benaderen en afronden fase 1 TEO handreiking;
- vorming stakeholderskernteam voor het verder uitwerken van bijv. een warmtebedrijf/energie coöperatie;
- meekoppelkansen onderzoek voor bijv. klimaatadaptatie, vervanging riolering, vervanging nutsvoorzieningen;
- opstellen intentieovereenkomst;
- rolverdeling bepalen;
- opstarten fase 2 en fase 3 (zie TEO handreiking).

Om fase 2 te kunnen starten is het verstandig om snel de stakeholders te informeren en te betrekken, zodat vergunningen aanvraag in fase 3 opgestart kan worden. Ervaring leert dat in het vergunningen traject vertraging kan ontstaan.

Opbouw handreiking thermische energie uit oppervlaktewater Proces, stappen en tools				
	Fase 0. Omgevingsscan	Fase 1. Verkenning	Fase 2. Verdieping	Fase 3. Uitwerking
<i>Technisch</i>	✓ Karakteristieken bepalen Schatting potentie	✓ Uitwerken grof technisch ontwerp	• Uitwerken voorlopig technisch ontwerp	• Uitwerken definitief technisch ontwerp • Aanbesteding voorbereiden
<i>Organisatorisch</i>	✓ Identificeren stakeholders (potentiële partners en indirecte stakeholders)	✓ Stakeholderanalyse Benaderen partijen Vaststellen rollen	• Rolinvulling uitwerken • Warmte/koudeleveringsvoorwaarden uitwerken	• Onderlinge afspraken vastleggen in overeenkomsten
<i>Financieel</i>	✓ 'achterkant van sigarendoosje' berekening financiële haalbaarheid	✓ Scan financiële haalbaarheid	• Uitwerking businesscase • Investeringsbereidheid partners vastleggen • Risico's uitwerken	• Definitieve businesscase per partner • Uitwerken financieringsconstructie
<i>Juridisch</i>		✓ Scan juridische voorwaarden (vergunningen, overeenkomsten, ...) Opstellen intentieovk	• Juridisch kader opstellen • Opstellen samenwerkingsovk	• Overeenkomsten opstellen • Vergunningen aanvragen
Resultaat fase	• Lijst te benaderen potentiële partners • Inzicht in type project en grove potentie	• Gezamenlijk inzicht in belangen / wensen • Inschatting technische, juridische, financiële haalbaarheid • Inzicht in meekoppelkansen	• Voorlopig ontwerp • Rolinvulling • Leveringsvoorwaarden • Businesscase • Juridisch kader	• Definitief ontwerp • Overeenkomsten tussen deelnemende partijen • Financieringsvoorstel • Vergunningen
Vastgelegd in...		Intentieovereenkomst	Samenwerkingsovereenkomst	Investeringsbesluit

Figuur 6.1 | TEO handreiking. Volgende stap in het proces is het benaderen van key-stakeholders, vaststellen van rollen en opstellen intentieovereenkomst.

6.2.2 Opstellen intentieovereenkomst

Om een TEO-project te realiseren is de betrokkenheid van meerdere partijen vaak noodzakelijk. In een latere fase kunnen namelijk beslissingen noodzakelijk zijn die meerdere partijen aangaan. In de verkenningsfase worden key stakeholders betrokken bij het proces en wordt onderzocht hoe deze partijen aankijken tegen het initiatief. Van belang is om gezamenlijk standpunten en belangen te verkennen en tot een gemeenschappelijk beeld te komen. Daarbij moet ook ruimte zijn voor individuele belangen van partijen. Er kan frictie ontstaan op deze individuele belangen (belangen van een producent kunnen bijv. tegengesteld zijn aan die van een leverancier), maar het is goed om deze vroeg in het proces te adresseren.

Om de snelheid in het proces te houden is het belangrijk om in deze fase met betrokken partijen te bespreken en vast te stellen wie proceseigenaar(en) is (zijn), in welke fase(n) en welke proces- en resultaatverantwoordelijkheid elk van de betrokken partijen op zich neemt. Dat betreft niet alleen rollen en verantwoordelijkheden in het proces, maar ook hoe proceskosten (bijv. inhuren van adviseurs) worden verdeeld. In deze fase kan tevens een neutrale 'spelleider' of procesbegeleider worden aangesteld om het vervolgproces op een open en transparante wijze te doorlopen.

Een intentieovereenkomst kan een belangrijke houvast zijn voor partijen om vervolgacties te nemen, maar het blijft een vrijblijvende overeenkomst. Zorg ervoor dat de overeenkomst ook dusdanig is opgebouwd en dat het voldoende experimenteerterruimte biedt. Voorkomen moet worden dat het proces gejuridiseerd wordt.

Juiste timing is van belang; als er sprake is van gebiedsontwikkeling ligt daar vaak een planning van een ontwikkelaar aan ten grondslag. Het inpassen van een TEO ontwikkeling kan dan moeilijk in te passen zijn en op weerstand stuiten. Wees hier op voorbereid en wees hier realistisch in. Zorg in dat geval dat er op bestuurlijk niveau draagvlak is om TEO in het gebied te realiseren.

Indien het project aansluiting van woningen op TEO betreft, denk dan in deze fase ook reeds na over een communicatiestrategie.

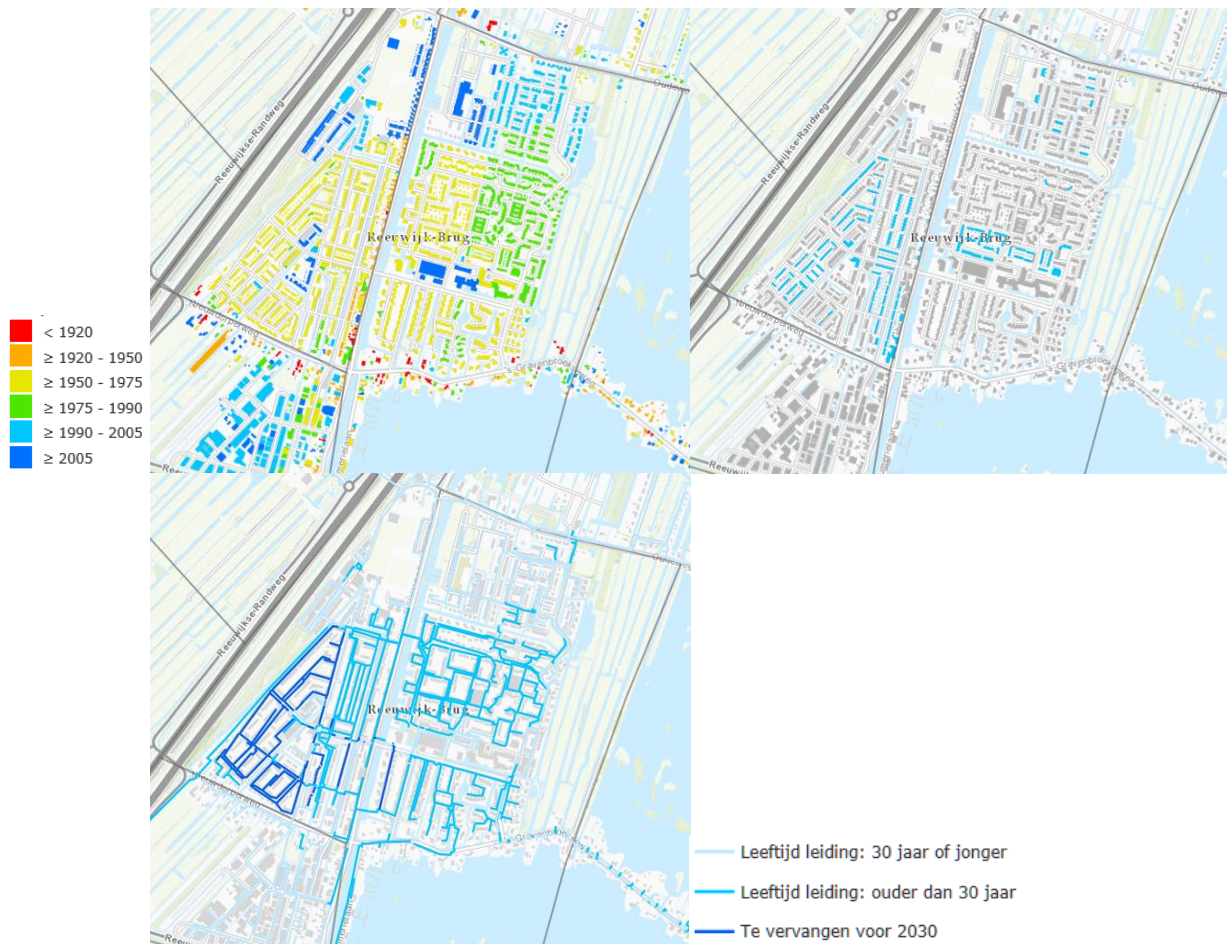
6.2.3 Vervolgstappen TEO voor gemeente Bodegraven-Reeuwijk

In de huidige studie is voorgesorteerd op 3 potentiële buurten/gebieden met daarbij een in de buurt liggend oppervlaktewater. Dat wil niet zeggen dat andere wijken geen potentieel hebben. In paragraaf 2.3 is duidelijk geworden dat er veel potentie in het oppervlaktewater zit. Het Centrum vraagt slechts 5% van de technische warmtecapaciteit van de Oude Rijn. De buurt Burgemeester Kremerweg ten noorden van Centrum en Oude Rijn heeft ook veel potentie. Het is een nieuwere wijk met waarschijnlijk minder benodigde energiebesparingsmaatregelen. Daarnaast bestaat de wijk uit meer dan 2.000 woningen, waarvan ca. 40% in het bezit van woningcorporaties is. Dit is weergegeven in Figuur 6.2. Woningcorporaties staan ook voor de opgave om hun woningbestand voor 2050 CO₂-neutraal te maken. Vanwege de grote woningvoorraad van woningcorporaties, kunnen zij als startmotor fungeren voor de energietransitie.

Hetzelfde geldt voor de buurt Reeuwijk Brug ten westen van Ravensberg. Ravensberg vraagt ca. 20% van de technische capaciteit van plas Ravensberg. De buurt Reeuwijk Brug bevat meer dan 1.200 woningen, waarvan zelfs 41% in het bezit van woningcorporaties is. Daarnaast geeft gasvervangingsdata van Stedin weer dat het gasleidingnet in Reeuwijk Brug voor 2030 vervangen moet worden, waardoor er een meekoppelkans kan ontstaan (zie Figuur 6.3).

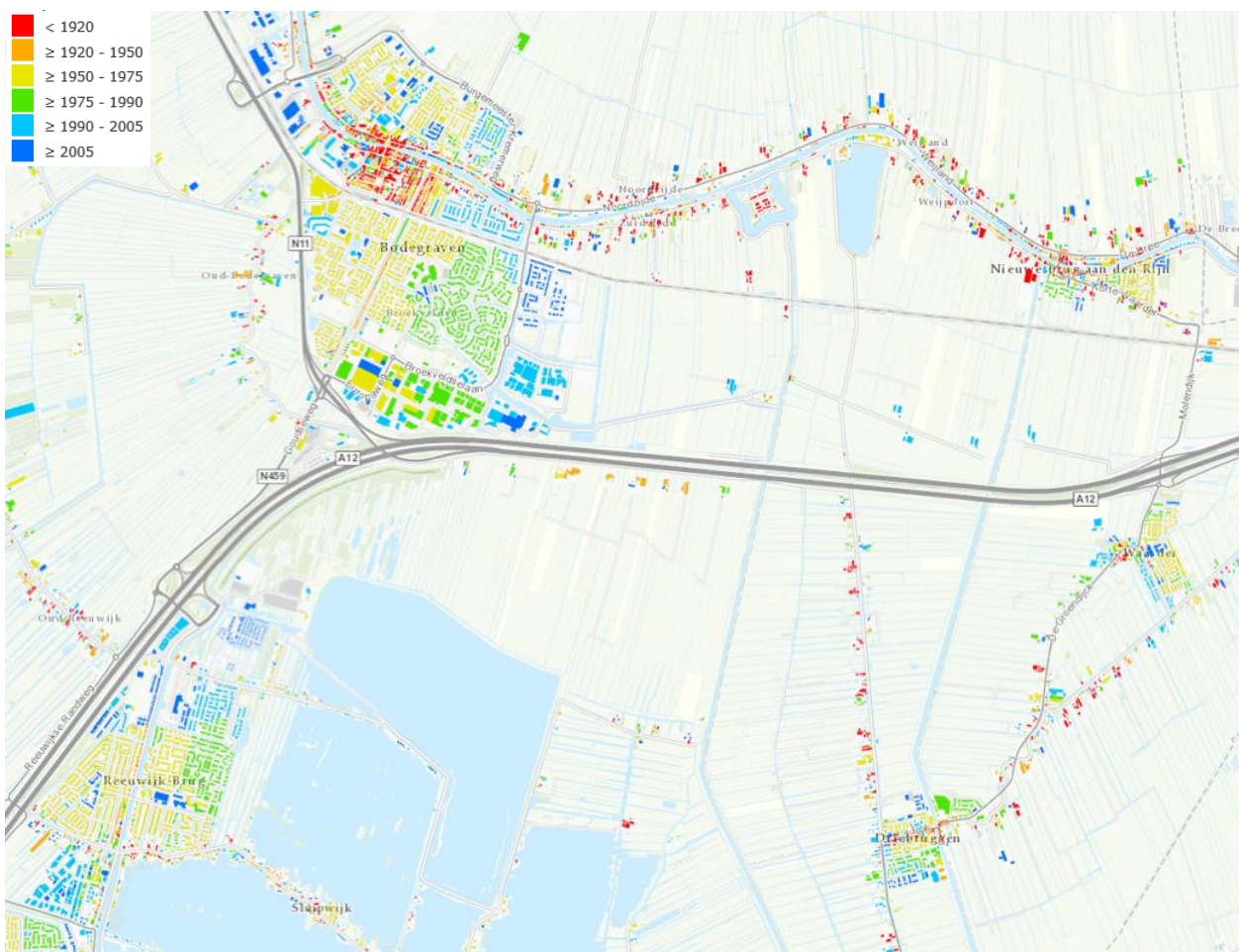


Figuur 6.2 | Bouwperiodes (links) en corporatiebezit (rechts) van de buurt “Centrum” en “Burgemeester Kremerweg”.



Figuur 6.3 | Bouwperiodes (linksboven), corporatiebezit (rechtsboven) en gasvervangingsdata (linksonder) van de buurt “Ravensberg” en “Reeuwijk Brug”.

In Figuur 6.4 is een plattegrond van de dorpen in de gemeente Bodegraven-Reeuwijk weergegeven met de bouwjaren van de woningen. De dorpen Driebruggen, Waarder en Nieuwerbrug aan den Rijn bevatten allemaal significante kern met jaren 50 t/m 90 woningen. Door Driebruggen loopt het kanaal Dubbele Wiericke. Dit kanaal is breed genoeg om als bron voor TEO te fungeren. Nieuwerbrug aan den Rijn ligt aan de Rijn en heeft een vergelijkbare potentie als de wijken in Bodegraven. De woningvoorraad in Nieuwerbrug aan den Rijn is kleiner dan in Bodegraven, dus er zal minder warmte uit de Oude Rijn nodig zijn. Het dorp Waarder bevat minder oppervlaktewater. De technische haalbaarheid en het watersysteem zal moeten worden berekend op basis van het watersysteem en de warmtevraag. Ook de wijk Broekvelden tussen Centrum en industrieterrein Broekvelden heeft potentie. Deze wijk heeft een woningvoorraad van circa 2.000 en bestaat bijna volledig uit jaren 50 t/m 80 woningen. Zowel de Oude Rijn als de Surfplas bieden voldoende potentieel om deze wijk aardgasvrij te maken.



Figuur 6.4 | Plattegrond met bouwjaren van een groot gedeelte van de gemeente Bodegraven-Reeuwijk. De dorpen Driebruggen, Waarder en Nieuwerbrug aan den Rijn in de gemeente Bodegraven-Reeuwijk bevatten allemaal significante kern met jaren 50 t/m 90 woningen. Ook de wijk Broekvelden tussen Centrum en industrieterrein Broekvelden heeft potentie. Hiervoor is dan wel warmte uit de Oude Rijn nodig.

7 Afkortingen

ACM	Autoriteit Consumenten en Markt
BAK	bijdragen aansluitkosten
BVO	bruto-vloeroppervlakte
CAPEX	capital expenditures
COP	coëfficiënt of performance
EOR	equivalent opwekkingsrendement
IRR	internal rate of return (project rendement)
NPV	netto contante waarde
OPEX	operating expenditures
RRR	required rate of return (vereist projectrendement)
TCO	total cost of ownership
TEO	thermische energie uit oppervlaktewater
TR	technische ruimte
TSA	tegenstroomapparaat (warmtewisselaar)
WKO	warmte- en koudeopslag
wvp	watervoerend pakket

8 Bijlagen

Bijlage 1

1.1 KAARTEN GEBOUWTYPEN

1.2 KAARTEN BOUWPERIODE GEBOUWEN

Gebouwtypen

- Gebouwtype
- Vrijstaande woning
 - Twee-onder-een-kapwoning
 - Rijwoning
 - Meergezinswoningen
 - Utiliteitsbouw
 - Industriegebouw
 - Kas
 - Onbekende functie
 - Bijgebouw



Figuur 8.1 | Gebouwtypen industrieterrein Broekvelden in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland).

Gebouwtypen

- Gebouwtype
- Vrijstaande woning
 - Twee-onder-een-kapwoning
 - Rijwoning
 - Meergezinswoningen
 - Utiliteitsbouw
 - Industriegebouw
 - Kas
 - Onbekende functie
 - Bijgebouw



Figuur 8.2 | Gebouwtypen Centrum in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland).



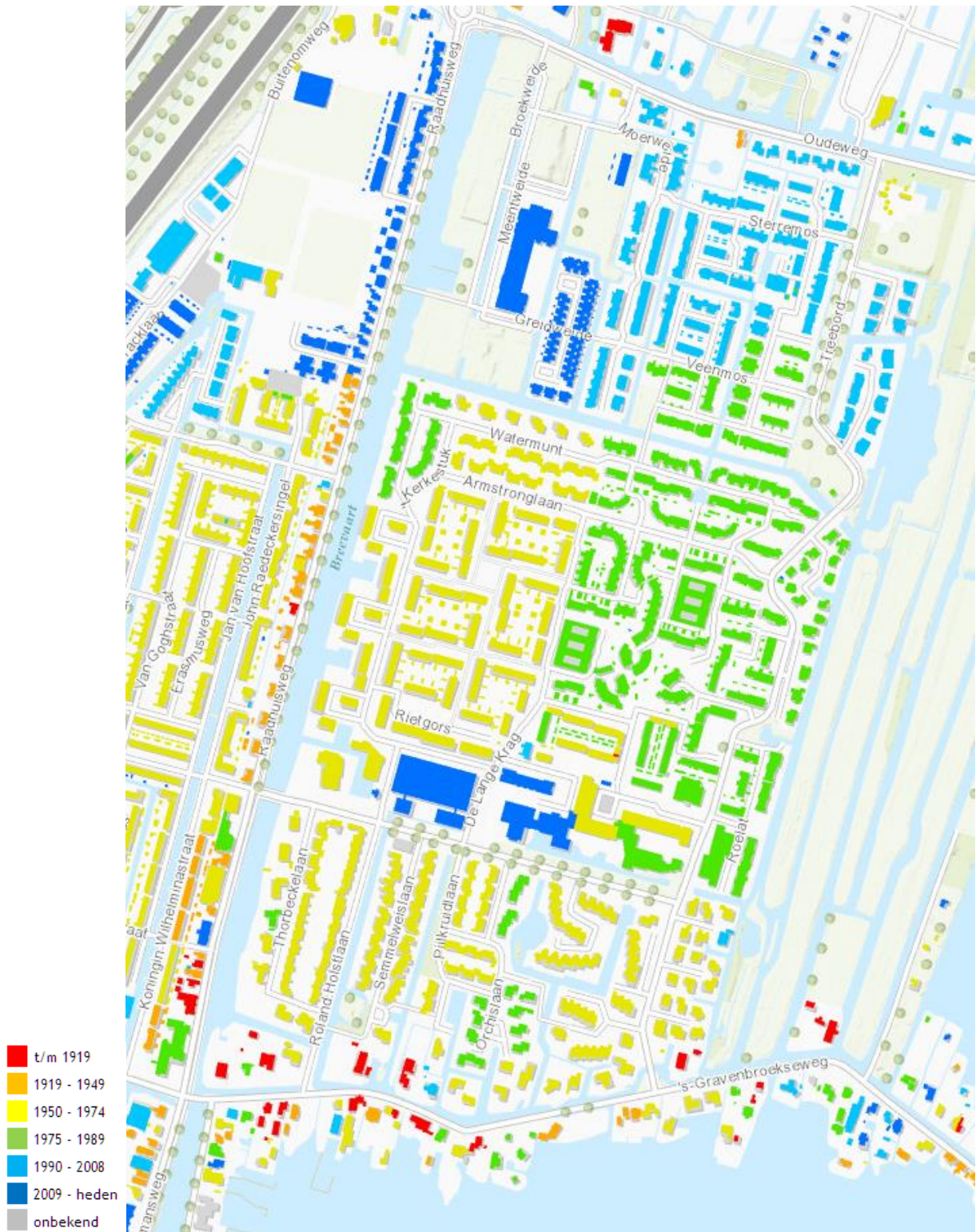
Figuur 8.3 | Gebouwtypen Ravensberg in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland).



Figuur 8.4 | Bouwperiode gebouwen industrieterrein Broekvelden in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland).



Figuur 8.5 | Bouwperiode gebouwen Centrum in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland).



Figuur 8.6 | Bouwperiode gebouwen Ravensberg in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland).



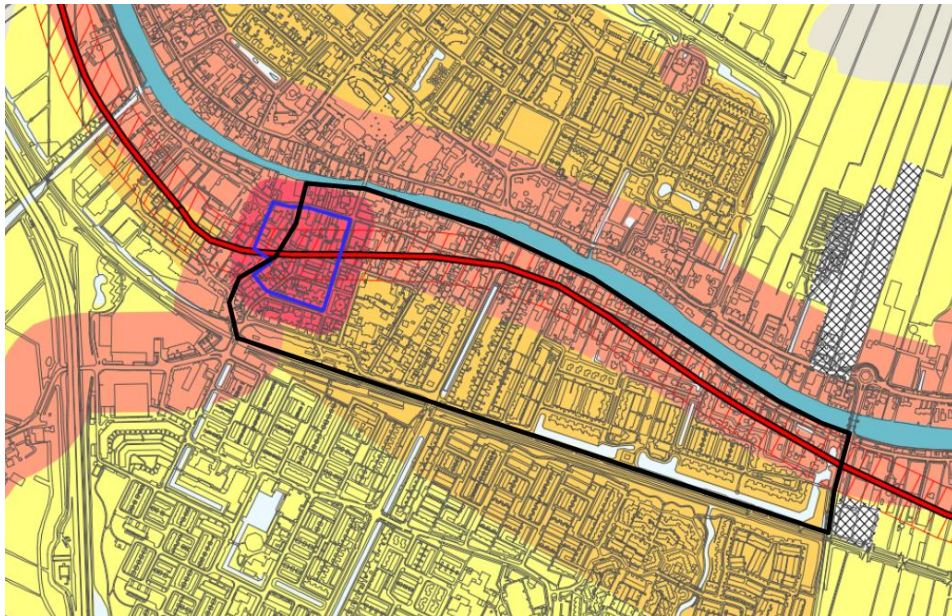
Figuur 8.7 | Gebouwtypen industrieterrein Broekvelden in Bodegraven-Reeuwijk (bron: Warmte Transitie Atlas Zuid-Holland).
De nummers corresponderen met de nummers in Tabel 8.1.

Tabel 8.1 | Utiliteitsgebouwen, type, oppervlakte en bouwjaar in het gebied industrieterrein Broekvelden.

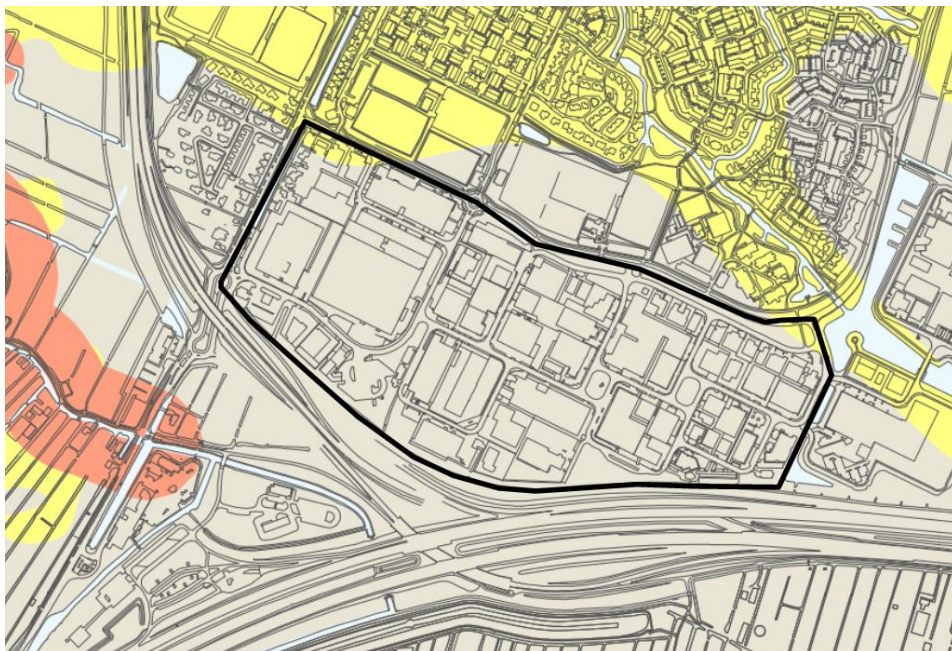
Gebouw	Type	Oppervlakte [m ²]	Bouwjaar	Gebouw	Type	Oppervlakte [m ²]	Bouwjaar	Functie
1	Industrie	11.203	1980	43	Utiliteit	1.035	1974	Kantoren/winkels
2	Industrie	22.452	1970	44	Utiliteit	1.192	1973	winkels/industrie
3	Industrie	2.740	2008	45	Utiliteit	691	1975	kantoren
4	Industrie	176	1977	46	Utiliteit	456	1977	winkels/industrie
5	Industrie	1.110	1975	47	Utiliteit	367	1977	kantoren
6	Industrie	1.739	2013	48	Utiliteit	6.564	1973	industrie/winkels/kantoren
7	Industrie	2.880	1974	49	Utiliteit	879	2000	industrie/winkels
8	Industrie	388	1977	50	Utiliteit	3.301	2003	industrie/winkels
9	Industrie	684	1974	51	Utiliteit	482	2003	industrie/winkels
10	Industrie	6.161	2009	52	Utiliteit	648	2015	industrie/kantoren
11	Industrie	1.956	1971	53	Utiliteit	4.091	1971	industrie/kantoren
12	Industrie	5.201	1970	54	Utiliteit	754	1987	industrie/winkels
13	Industrie	3.510	1975	55	Utiliteit	958	1980	industrie/kantoren
14	Industrie	3.684	1994	56	Utiliteit	700	1980	industrie/kantoren
15	Industrie	286	1996	57	Utiliteit	3.199	1990	industrie/winkels
16	Industrie	3.168	1997	58	Utiliteit	398	1971	kantoren
17	Industrie	466	1996	59	Utiliteit	5.860	1974	bijeenkomst/industrie/kantoren
18	Industrie	6.839	1972	60	Utiliteit	2.648	1980	industrie/winkels
19	Industrie	3.684	1977	61	Utiliteit	808	1986	industrie/winkels
20	Industrie	707	1982	62	Utiliteit	469	1980	industrie/wonen
21	Industrie	1.601	1980	63	Utiliteit	583	1979	winkels/wonen
22	Industrie	1.719	1980	64	Utiliteit	518	1979	industrie/wonen
23	Industrie	1.580	1978	65	Utiliteit	611	1979	industrie/wonen
24	Industrie	2.746	1978	66	Utiliteit	182	1984	kantoren
25	Industrie	3.935	1971	67	Utiliteit	805	1980	industrie/winkels
26	Industrie	2.388	1979	68	Utiliteit	494	1989	industrie/winkels
27	Industrie	1.305	1980	69	Utiliteit	232	1983	kantoren
28	Industrie	3.634	1980	70	Utiliteit	1.400	1999	kantoren
29	Industrie	2.215	1981	71	Utiliteit	1.463	1988	kantoren
30	Industrie	11.109	1980	72	Utiliteit	5.452	1980	industrie/kantoren
31	Industrie	268	1983	73	Utiliteit	2.868	1988	industrie/kantoren/winkels
32	Industrie	740	1980	74	Utiliteit	298	1980	kantoren
33	Industrie	708	1980	75	Utiliteit	675	1980	sport
34	Industrie	718	1982	76	Utiliteit	2.331	1988	bijeenkomst/industrie/kantoren
35	Industrie	782	1980	77	Overig	2.074	1988	onbekend
36	Industrie	1.072	1980	78	Bijgebouw	4.322	1978	industrie
37	Industrie	620	1989					
38	Industrie	381	1984					
39	Industrie	1.294	2001					
40	Industrie	3.685	1980					
41	Industrie	638	1981					
42	Industrie	816	1980					

Bijlage 2

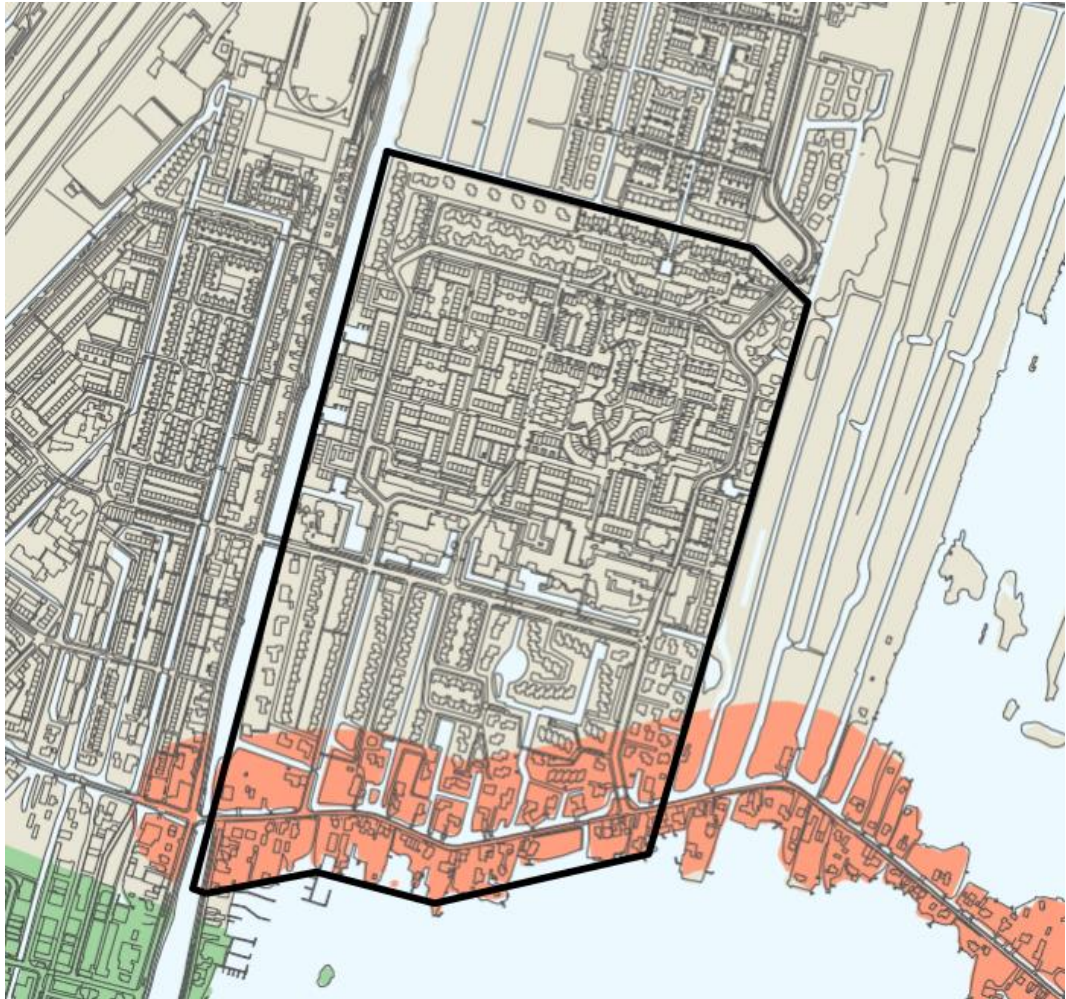
2.1 QUICKSCAN BODEM



Figuur 8.8 | Archeologische beleidsadvieskaart gemeente Bodegraven-Reeuwijk, uitsnede voor locatie Centrum.



Figuur 8.9 | Archeologische beleidsadvieskaart gemeente Bodegraven-Reeuwijk, uitsnede voor locatie Broekvelden.



Figuur 8.10 | Archeologische beleidsadvieskaart gemeente Bodegraven-Reeuwijk, uitsnede voor locatie Ravensberg.

legenda

medebestemming Archeologische Waarden (AW)

 AW1

 AW2



 AW3

medebestemming te Verwachten Archeologische Waarden (VAW)

 VAW1

 VAW2

 VAW3


 VAW4

 VAW5

 VAW6

overig

 water

 begrenzing AMK-terrein

 gemeentegrens

bestemmingsplanregels

vrijstellingsgrens: bodemingrepen dieper dan 35 cm -Mv en plangebied groter dan 50 m²

vrijstellingsgrens: bodemingrepen dieper dan 40 cm -Mv en plangebied groter dan 100 m²

vrijstellingsgrens: bodemingrepen dieper dan 40 cm -Mv en plangebied groter dan 50 m² (archeologisch onderzoek specifiek naar aanwezigheid limesweg)

vrijstellingsgrens: bodemingrepen dieper dan 40 cm -Mv en plangebied groter dan 100 m²

vrijstellingsgrens: bodemingrepen dieper dan 40 cm -Mv en plangebied groter dan 500 m²

vrijstellingsgrens: bodemingrepen dieper dan 40 cm -Mv en plangebied groter dan 25.000 m²

vrijstellingsgrens: bodemingrepen dieper dan 200 cm -Mv en plangebied groter dan 10.000 m²

bij ingrepen in de waterbodem (bijv. baggeren): bureauonderzoek laten uitvoeren (cf. de vigerende KNA Waterbodems)

geen beperkingen t.a.v. bodemingrepen

voor ingrepen waar de gemeente vergunningsverlener is: zie vrijstellingsgrenzen van dichtsbijzijnde archeologische waarden (AW of VAW)

zie AW1

Figuur 8.11 | Legenda Archeologische beleidsadvieskaart gemeente Bodegraven-Reeuwijk.

IF Technology **Creating energy**



IF Technology **Creating energy**