

TEO Drenthe

Verkennde casestudies langs Drentse
wateren

Datum

22-03-2021

TEO Drenthe

Verkennde casestudies langs Drentse wateren

Opdrachtgever

RES Regio Drenthe

Uitgevoerd door

ROM₃D

Datum

10-12-2020

aanpassing 22-03-2021

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Methodiek	7
2.1.	Randvoorwaarden koude lozing	7
2.2.	Bepaling TEO-capaciteit	8
2.3.	Warmte- en Koudeopslag	8
2.4.	Aannames businesscase	8
3.	Hydrologie Vaarten	12
3.1.	Data Drentsche wateren	12
3.1.1.	Drentsche Hoofdvaart	13
3.1.2.	Hoogeveensevaart	14
3.1.3.	Overige wateren	16
4.	Resultaten per Casus	18
4.1.	Drentse Hoofdvaart	18
4.1.1.	Proeftuin Aardgasvrije Wijk Assen	19
4.1.2.	Kloosterveen	20
4.1.3.	Bovensmilde	21
4.1.4.	Smilde 23	
4.1.5.	Hoogersmilde	25
4.2.	Hoogeveense Vaart	26
4.2.1.	De Wijk	26
4.2.2.	Meppel – Oosterboer	28
4.2.3.	Hoogeveen	30
4.3.	Overige wateren	31
4.3.1.	Emmen – Rietlanden en Park Sandur	31
4.3.2.	Beilen	31
4.3.3.	Gemeente Tynaarlo	33
5.	Samenvatting en Conclusies	35
5.1.	Invloed Kanaalbreedte	35
5.2.	Invloed stroming	36
5.3.	Financiële haalbaarheid	36
5.4.	Conclusies	37
5.4.1.	Algemeen	37
5.4.2.	Per casus: Drentsche Hoofdvaart	37
5.4.3.	Per casus: Hoogeveense vaart	38
5.4.4.	Overige casussen	39

1. Inleiding

De RES-werkgroep warmte Drenthe wil inzicht krijgen in de potentie van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) voor de verwarming van gebouwen. Er zijn daartoe een aantal casusgebieden aangeleverd door de gemeenten. Voor elke casus is er bepaald hoeveel TEO-potentie er aanwezig is.

De hydrologie van Drenthe kenmerkt zich grotendeels door de aanwezigheid van lange en vrij smalle vaarten. Dit zijn gestuwde wateren, waardoor het niet bij voorbaat duidelijk is of het water stroomt en zo voor een continue aanvoer van warmte (afvoer van geloosde koude) zorgt. Stilstaande wateren zijn lastiger te benutten voor de TEO-techniek omdat er dan een grote afstand moet zijn tussen de in- en uitlaat van water naar de TEO-installatie. Wanneer de afstand te klein is ontstaat een 'koude kortsluiting' (zie uitleg pagina 6); dan koelt het oppervlaktewater meer af dan afgesproken en valt het thermische rendement lager uit. We hebben data opgevraagd bij de Provincie Drenthe en het Waterschap Drents Overijsselse Delta. Hiermee kunnen we meer inzicht geven in de stroming in het water en de gevolgen daarvan voor de geschiktheid voor TEO.

Financiële haalbaarheid

De haalbaarheid van TEO wordt niet alleen bepaald door de technische potentie; het moet ook betaalbaar zijn. Het was binnen dit project niet haalbaar om alle casussen financieel in detail door te rekenen. Om toch meer te leren over de financiële haalbaarheid is een aantal casussen financieel op hoofdlijnen doorgerekend. We hebben ons daarbij gericht op de haalbaarheid van de inzet van het vaartenstelsel voor TEO. We vergelijken casussen aan stilstaande vaarten en stromende vaarten en bekijken de gevolgen daarvan voor de betaalbaarheid van de projecten.

Bij stilstaand/ zwak stromend water zijn grotere leidinglengtes nodig. De Drentsche Hoofdvaart is met ca. 17 m vrij smal, dus voor elke meter leiding die langs het kanaal gelegd zou worden neemt de TEO-capaciteit maar weinig toe. Een belangrijke vraag is dan; heeft het zin om te investeren in het ontsluiten van een stuk kanaal dat maar weinig stroomt? En: bij welke breedte is het ontsluiten van een zwak stromend water interessant? Verder kent het realiseren van een TEO-bron een investeringsdrempel; er zijn vaste kosten die je altijd moet maken, onafhankelijk van het aantal huizen op het warmtenet. Dit maakt het relatief duur om een klein warmtenetwerk aan te leggen. Dus aan de ene kant kan een stilstaand kanaal maar een beperkte hoeveelheid warmte leveren voordat de leidinglengte om deze te ontsluiten te groot wordt en aan de andere kant is een bepaalde schaalgrootte nodig om een warmtenet met TEO-bron te ontwikkelen. Omdat er in Drenthe veel grote en kleine wijken langs kanalen liggen willen we graag weten in welke gevallen het financieel haalbaar lijkt om de TEO-bron te benutten.

Er is daarom een selectie gemaakt uit de aangeleverde casussen voor verkenning van de financiële haalbaarheid. Bovensmilde, Smilde en Hoogersmilde zijn gekozen omdat deze aan de Drentsche Hoofdvaart (DHV) liggen dat in de zomer vrij weinig stroming kent. De Wijk en Oosterboer liggen juist aan water dat wel redelijke doorstroming blijkt te hebben om via de Hoogeveense Vaart in de zomer veel water wordt aangevoerd door het in bovenstroomse richting te pompen. Op deze manier willen we, naast dat we alle casussen individueel bekeken hebben, lessen leren over wat voor type project haalbaar is en op welke manier

de vaarten kunnen bijdragen aan het verwarmen van Drentse gebouwen. Beilen is ook meegenomen vanwege haar gunstige ligging aan oppervlaktewater. Tabel 1 geeft een overzicht van de aangeleverde casussen waarvan de TEO-potentie wordt bepaald en een eventuele financiële analyse.

	Potentieel	Financieel
Assen – De Lariks	X	
Assen – Kloosterveen	X	
Bovensmilde, Smilde en Hoogersmilde	X	X
De Wijk	X	X
Meppel – Oosterboer	X	X
Hoogeveen	X	
Emmen – Rielanden en Park Sandur	X	
Beilen	X	X
Gemeente Tynaarlo	X	

Tabel 1: Overzicht casusgebieden bepaling potentie thermische energie uit oppervlaktewater en eventuele financiële analyse.

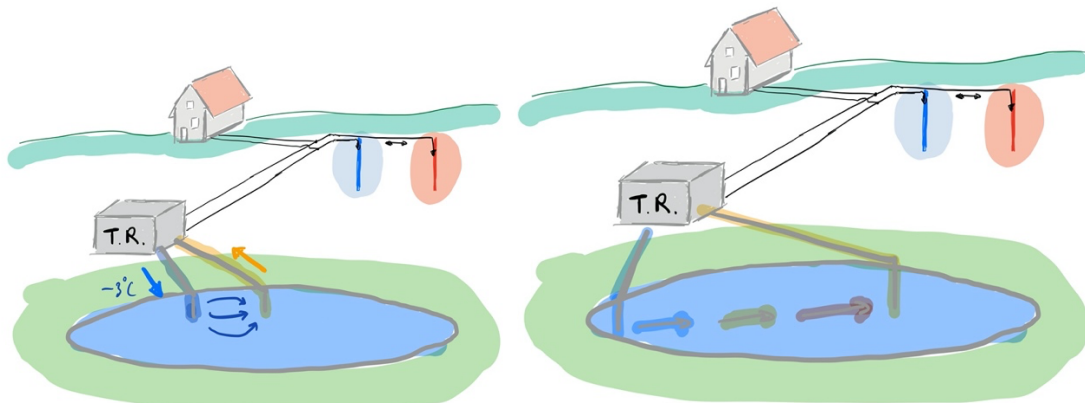
Er is ons gevraagd scherp te concluderen welke casussen wel en niet financieel haalbaar zijn. Dit is om meerdere redenen niet mogelijk:

- In een studie van deze omvang is dit niet mogelijk omdat de haalbaarheid afhangt van de alternatieven die beschikbaar zijn. Er is binnen het projectbudget geen ruimte om deze alternatieven door te rekenen.
- Het is over het algemeen nog onduidelijk hoe we omgaan met wijken waar de onrendabele top groot is. Gaan we daar subsidies voor beschikbaar maken? Kunnen particulieren zelf tegen gunstige voorwaarden geld lenen? Komt gebouwgebonden financiering van de grond?
- We rekenen met een relatief geringe kosten voor investeringen (lage rente), hiervoor is het wel nodig dat er voldoende grootte investeringsfondsen zijn. We vermoeden dat op veel plekken een warmtenet alleen uit kan wanneer de overheid een deel van de risico's draagt om zo de kosten van kapitaal voldoende te drukken. Hier wordt momenteel op allerlei niveaus over nagedacht.

Wij kunnen dus nog niet precies zeggen welke casussen financieel haalbaar zijn en welke niet. Wat wel kunnen doen is een rangschikking maken van de haalbaarheid. We kunnen inschatten voor welke casussen we verwachten dat het makkelijker zal zijn om het financieel rond te krijgen. Dit doen we in Hoofdstuk 5.

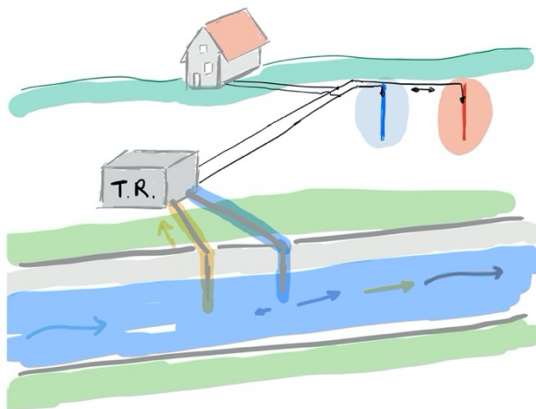
Thermische kortsluiting

Bij TEO wordt warmte onttrokken uit oppervlaktewater. Deze warmte wordt gebruikt om een warmte-koudeopslag (WKO) op te warmen, tot maximaal 15 à 20°C, of als bron van omgevingsenergie voor een warmtepomp (WP). In beide gevallen wordt het water afgekoeld teruggevoerd naar het oppervlaktewater waaraan het onttrokken werd. Thermische kortsluiting treedt op wanneer de geloosde koude weer wordt ingenomen bij het innamepunt zonder dat het weer is opgewarmd tot de referentie temperatuur, zie Figuur 1-A. Wanneer de afstand tussen in- en uitlaat voldoende groot is warmt het water weer op tot de oorspronkelijke temperatuur, zie Figuur 1-B. Bij stromend water kunnen de in- en uitlaat relatief dichtbij elkaar zitten omdat de stroming de koude afvoert. Stroomafwaarts warmt het water dan langzaam weer op, zie Figuur 1-C.



Figuur 1-A: Stilstaand water, in- en uitlaat dicht bij elkaar.

Figuur 1-B: Stilstaand water, voldoende afstand in- en uitlaat.



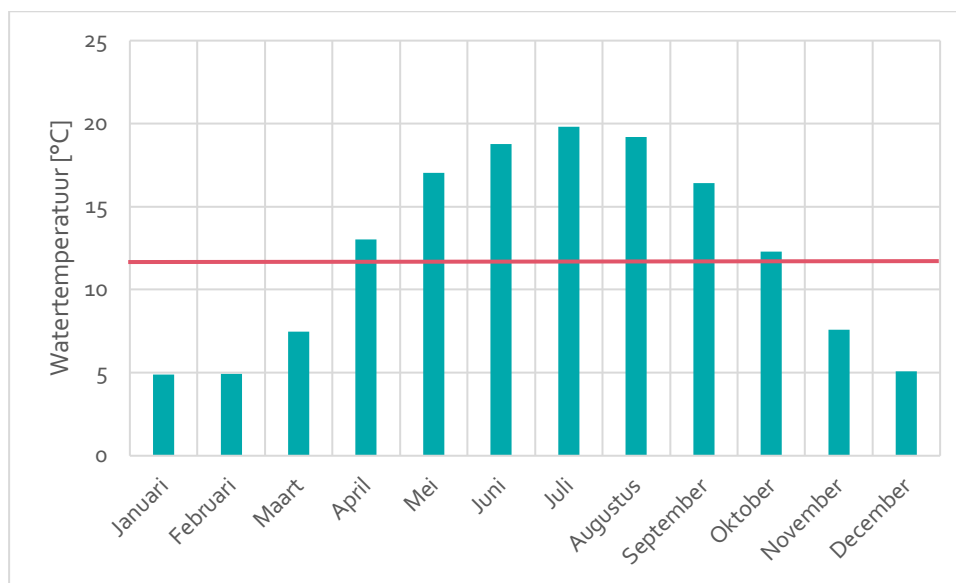
Figuur 1-C: Stromend water voert de koude af.

2. Methodiek

In dit hoofdstuk wordt besproken wat de randvoorwaarden zijn voor de TEO-installatie, er kan namelijk niet het hele jaar door koude worden geloosd. Vervolgens zal gekeken worden naar de karakteristieken van de Drentse wateren; is er sprake van stromend of stilstaand water? Dit is van groot belang voor de TEO-potentie. Tot slot zullen de aannames van de businesscase worden besproken.

2.1. RANDVOORWAARDEN KOUDE LOZING

De (wettelijke) randvoorwaarden voor koude lozing zijn nog in ontwikkeling. Koude lozingen verkorten het ecologische groeiseizoen doordat de natuur langer in de 'winterstand' is. Daarom wordt onttrekking van warmte op binnenwateren alleen toegestaan boven een minimumtemperatuur van 12 °C a 15 °C en wordt geloosd met een temperatuurverschil van maximaal 3 °C a 5 °C, afhankelijk van de waterbeheerder. De temperatuur van binnenwater is ca. 5 maanden per jaar boven de van 12 °C. Dit is geïllustreerd aan de hand van Figuur 2 waarin de Zuidplaspolder als voorbeeld is genomen. Het waterschap had zo snel geen temperatuurmetingen van de Drentse vaarten voorhanden.



Figuur 2: Gemiddelde watertemperatuur Zuidplaspolder. De watertemperatuur is ca. 5 maanden per jaar boven de 12 °C.

Naast de minimumtemperatuur en het temperatuurverschil wordt er nagedacht over een monitoringsverplichting en moet er worden vastgesteld op welke plekken in het water de temperatuur gemeten gaat worden. Er kan veel afhangen van deze beslissingen. Ten eerste kan het voor een kleine TEO-installatie duur uitpakken wanneer er op meerdere plaatsen permanent temperaturen moeten worden gemeten. Ten tweede is het niet duidelijk of er enige ruimte voor temperatuurmenging wordt gelaten en zo ja, hoeveel. Waarom dit belangrijk is, is te begrijpen met het volgende voorbeeld. Stel een kanaal heeft een debiet van 1 m³/s en je wilt hier de maximale toegestane hoeveelheid energie aan onttrekken door dit debiet af te koelen met 3 graden. Dan levert dat een vermogen van 12,5 MW, genoeg om de warmte- koudeopslag voor een grote wijk als Kloosterboer in 5 maanden mee te vullen (165 TJ/jaar). Wanneer we 1 m³/s

daadwerkelijk aan het kanaal moeten onttrekken zijn daar hele grote leidingen en een hele grote warmtewisselaar voor nodig. De leidingen zouden een diameter van bijna 1 m moeten hebben. Wanneer we het temperatuurverschil bij de retour van de leiding 6 graden zouden maken hoeft maar de helft van het water verpompt te worden en neemt de benodigde leidingdiameter af tot ca. 65 cm. Er hoeft maar de helft van het water verpompt te worden (500 l/s), waardoor de hele installatie veel kleiner kan worden uitgevoerd om dezelfde hoeveelheid koude te lozen. Het gevolg is wel dat in de mengzone bij de retourleiding de temperatuur wat lager uitvalt. Omdat de hoeveelheid koude die geloosd wordt niet groter is dit een lokaal effect. Op enige afstand is de koude gemengd en is de temperatuurdaling gelijk aan de situatie waarin precies met een temperatuurverschil van 3 °C zou worden geloosd. Wij zijn er in dit rapport vanuit gegaan dat er, net als bij warmtelozingen, een mengzone gedefinieerd gaat worden waarin de temperatuur lager mag zijn dan het afgesproken temperatuurverschil. De meting van het temperatuurverschil zou buiten de mengzone plaats moeten vinden. Wanneer rechtstreeks in de retourleiding gemeten zou worden dan wordt het in veel gevallen te duur om de maximale capaciteit te benutten. Wellicht halveert de capaciteit dan. Om dat te bepalen zouden een aantal businesscases moeten worden doorgerekend.

2.2. BEPALING TEO-CAPACITEIT

Voor stilstaand of langzaam stromend water wordt een methode van Deltares¹ gebruikt voor de bepaling van de TEO-capaciteit. Deze methode gaat uit van warmte-uitwisseling via het oppervlak van het water. Aan de hand van deze methode kan worden bepaald hoe ver de in- en uitlaat uit elkaar geplaatst moeten worden om koude kortsluiting te voorkomen. Een effectief doorstroomd wateroppervlak van een hectare levert dan 2,33 TJ per zomerseizoen op bij een afgesproken temperatuurverschil van 3 °C.

Voor stromend water wordt er gekeken naar de hoeveelheid warmtecapaciteit van het water:

$$\text{Energie} = \text{debiet} * \text{dichtheid} * \text{warmtecapaciteit} * \text{temperatuurverschil} * \text{tijd}$$

2.3. WARMTE- EN KOUDEOPSLAG

In de zomermaanden is de temperatuur boven de 12 °C. Echter, warmtevraag voor de gebouwde omgeving is vooral aanwezig in de wintermaanden. Er is daardoor een verschuiving tussen vraag en aanbod van warmte. Er is daarom een WKO nodig. Over het algemeen is de bodem in Drenthe geschikt voor WKO. Wel zijn er lokaal verbodszones vanwege drinkwaterbeperkingen. Dit kan gecontroleerd worden op het geoportaal van de Provincie of de website wkotool.nl.

2.4. AANNAMES BUSINESSCASE

Om een business case uit te rekenen ontwerpen we een warmtenet dat bestaat uit de TEO-leiding voor de aanvoer van thermische energie van het water, een WKO, een distributienet naar de gebouwen en een technische ruimte. Voor de distributie naar de woningen gaan we uit van een middentemperatuur (MT) warmtenet met een aanvoer van ca. 70°C en retour ca. 50°C. Zo kunnen we een schatting maken van de kosten van het net. Veder wordt voor elke casus gekeken naar de warmtevraag per huis, dat geeft inzicht in de opbrengsten die er mogelijk zijn. Voor het berekenen van de kosten en opbrengsten van het warmtenet moeten we een serie aannames doen, deze lichten we onderstaand toe.

¹ Deltares 2018, Effecten van Thermische Energie uit Oppervlaktewater, Kenmerk 11200544-000-BGS-0002

Er zijn verkennende businesscases opgesteld. Dit wil zeggen dat we voor alle casussen met dezelfde financiële aannames werken. Er was geen tijd om de business cases in detail aan te passen aan de lokale omstandigheden. Voor een specifieke business case in een verkennende fase worden bijvoorbeeld de kosten van de aanleg van het leidingnet gerelateerd aan de diameter van de leiding, maar ook van het wegdek waar onder deze komen te liggen. Betonklinkers herbestraten is bijvoorbeeld goedkoper dan opnieuw asfalt leggen of sierbestrating aanbrengen. Dit detailniveau kunnen we hier niet bereiken. De resultaten van de business cases moeten dan ook voornamelijk relatief ten opzichte van elkaar geïnterpreteerd worden. Ze geven aan welke casussen makkelijker of moeilijker financieel rond te krijgen zullen zijn.

Kosten

De investeringskosten voor de TEO-installatie zijn opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Centrale warmtepomp(en)
- Gasketel(s) voor piekmomenten
- Warmte- en koudeopslag
- Pompen TEO-leiding en distributienet
- Technische ruimte
- Leidingnetwerk
 - Leidingwerk TEO
 - Leidingwerk distributienet
 - Leidingwerk afgifte woningen
- Afgiftesets woningen

De prijzen voor capaciteiten van (warmte)pompen, ketels, WKO en dergelijke zijn gebaseerd op capaciteitsprijzen, dus een prijs per kilowatt geïnstalleerd vermogen. Deze onderdelen worden dus duurder naarmate het aantal woningen toeneemt. Deze prijzen zijn verzameld in eerdere gedetailleerdere onderzoeken naar business cases van diverse projecten. Voor het warmtenet (TEO -leiding en distributienet) is 500 euro per strekkende meter gehanteerd. Dit prijsniveau is vrij onzeker, het kan in complexe situaties ook oplopen tot meer dan het dubbele. Dit hangt af van het type weg dat opengebroken moet worden, kruisingen met andere infrastructuur, type leidingen, etc. De technische ruimte en afgiftesets in woningen bedragen een vast bedrag van 140.000,- Euro en 1.000,- Euro per woning respectievelijk.

Alle investeringen worden in jaar 0 gedaan en na 15 jaar worden bepaalde technische onderdelen vervangen. Deze kosten worden grotendeels gefinancierd. Wanneer het hele bedrag gefinancierd zou worden zouden de kapitaalkosten (rentebetalingen) zo hoog zijn dat een te hoge prijs moet worden betaald voor de warmte. Te hoog betekent dat de prijs veel hoger is dan wat er momenteel wordt betaald voor gas, en hoger dan het huidige maximum volgens de warmtewet. Om het warmtenet te kunnen starten is er dus kapitaal nodig waarover geen rente hoeft te worden betaald, een startkapitaal. De benodigde grootte van het startkapitaal vormt het uitgangspunt voor de vergelijking van de casussen, dit wordt iets verderop uitgelegd.

Naast de investeringskosten zijn er jaarlijkse kosten bestaande uit: elektriciteit voor de centrale warmtepomp, aardgas voor de piekketel, het onderhoud en beheer van de installatie-onderdelen, bemetering, facturatie en klantenservice.

Opbrengsten

De belangrijkste opbrengsten bestaan uit het vastrecht en de kosten voor warmte. We laten in iedere businesscase de afnemers het huidige maximum betalen als in de warmtewet vastgelegd: 26 €/GJ (9,4 ct/kWh) voor warmte en € 469,- voor vastrecht. De kosten voor de bewoners zijn in deze verkenning daarmee hoger dan voor gas. We doen dit niet omdat we denken dat dit nodig of acceptabel is, maar om een vergelijking te kunnen maken tussen de casussen.

Verder zijn er eenmalige inkomsten bestaande uit subsidies en een bijdrage aansluitkosten (BAK) vanuit de bewoners. We rekenen onder andere met een energie-investeringsaftrek subsidie voor de warmte- en koudeopslag. We verwachten echter dat het subsidielandschap voor de energietransitie zich snel zal ontwikkelen. Daarom rekenen we met een subsidie die lijkt op het idee van de Proeftuin Aardgasvrije Wijken (PAW), namelijk het financieren van de onrendabele top. Dit betekent dat de kapitaalinjectie van een dusdanige grote is dat het warmtenet rendabel wordt bij kosten die vergelijkbaar zijn met een referentie (bijvoorbeeld individuele warmtepompen). Deze subsidie wordt nu dus toegekend in de context van een 'proeftuin', we verwachten dat een dergelijke constructie breder nodig zal zijn wanneer het proeftuin stadium voorbij is.

Uitgangspunt voor vergelijking casussen

Om verschillende businesscases te kunnen vergelijken moeten ze naar een gelijk doel toegroeien. Zoals gezegd zijn de kosten voor warmte en vastrecht gelijk voor alle casussen. Het verschil tussen de casussen zit in de hoogte van het startkapitaal dat nodig is om de businesscase mogelijk te maken. We berekenen voor elke casus hoeveel startkapitaal nodig is om na 25 jaar een netto contante waarde (NCW) van 0,- € voor het project te realiseren. Dit startkapitaal bestaat uit de som van de BAK en subsidie onrendabele top. We stellen dus geen specifieke BAK vast, maar rekenen met de som van BAK en (subsidie) onrendabele top. Deze som 'BAK + onrendabele top' vergelijken we tussen casussen om te zien welke casus gunstiger uitpakt. De NCW is de waarde van het verschil tussen de inkomsten en uitgaven in de toekomst over de aangenomen looptijd van het project. Hierin worden de indexatie van de prijsniveaus (2%) en de kosten voor financiering, weighted average cost of capital (WACC), meegenomen.

Kapitaalkosten

De business cases zijn berekend met een WACC van 5,4%. Gezien de risico's die gekoppeld zijn aan het ontwikkelen van een warmtenet is dit niet hoog. Voor een investeerder die op een redelijk korte termijn goede rendementen wil halen is dit geen interessante investering. Er moet dus geld worden gevonden dat vanwege het maatschappelijke nut met minder rendement en meer risico kan worden geïnvesteerd. Hier kan de overheid een rol in nemen gezien het grote maatschappelijke belang en de lage kosten voor de overheid om geld te lenen. Alle projecten hebben na 30 jaar een netto contante waarde van enkele tonnen tot enkele miljoenen. Dus in deze zin zijn alle projecten haalbaar wanneer aan de BAK + onrendabele top kan worden voldaan.

De kosten voor de bewoners zijn in deze verkenning hoger dan voor gas omdat we de maximumwarmteprijs aanhouden. Wanneer een businesscase in meer detail wordt verkend raden we aan eerste te kijken wat de kosten van de alternatieven vormen van verwarming zijn. Op basis daarvan kan een verdeling worden gemaakt over de prijs van warmte voor de afnemers en de benodigde subsidie of startkapitaal die nodig is om een warmtenet met een TEO-installatie als bron te ontwikkelen.

Effect van opschaling project

Om een beeld te krijgen van de financiële haalbaarheid bij opschaling van een project zijn een aantal casusgebieden opgedeeld in verschillende buurten. De buurt met de hoogste energiedichtheid is het startpunt omdat deze de meest gunstigste businesscase geeft. Hierna is de buurt aanliggend aan deze buurt met de hoogste energiedichtheid aangesloten op het warmtenet, enzovoorts. De energiedichtheid is gedefinieerd als het warmtetransport per leidinglengte. Hoe meer warmtetransport hoe meer omzet, en hoe korter de leidinglengte hoe lager de investeringskosten. Een wijk met woningen die ver uit elkaar staan en weinig warmte vragen heeft zo een minder goede business case. Door opschaling worden de vaste investeringskosten over steeds meer woningen verdeeld en ontstaat er een schaalvoordeel. Tegelijk neemt bij een casus met stilstaand water de leidinglengte toe die nodig is om voldoende TEO-capaciteit te ontsluiten. De leidingen naar de in- en uitlaat van het oppervlaktewater vallen dus niet langer onder de vast kosten. Bij stromend water neemt die leidinglengte niet toe en verwachten we een sterker schaalvoordeel te zien.

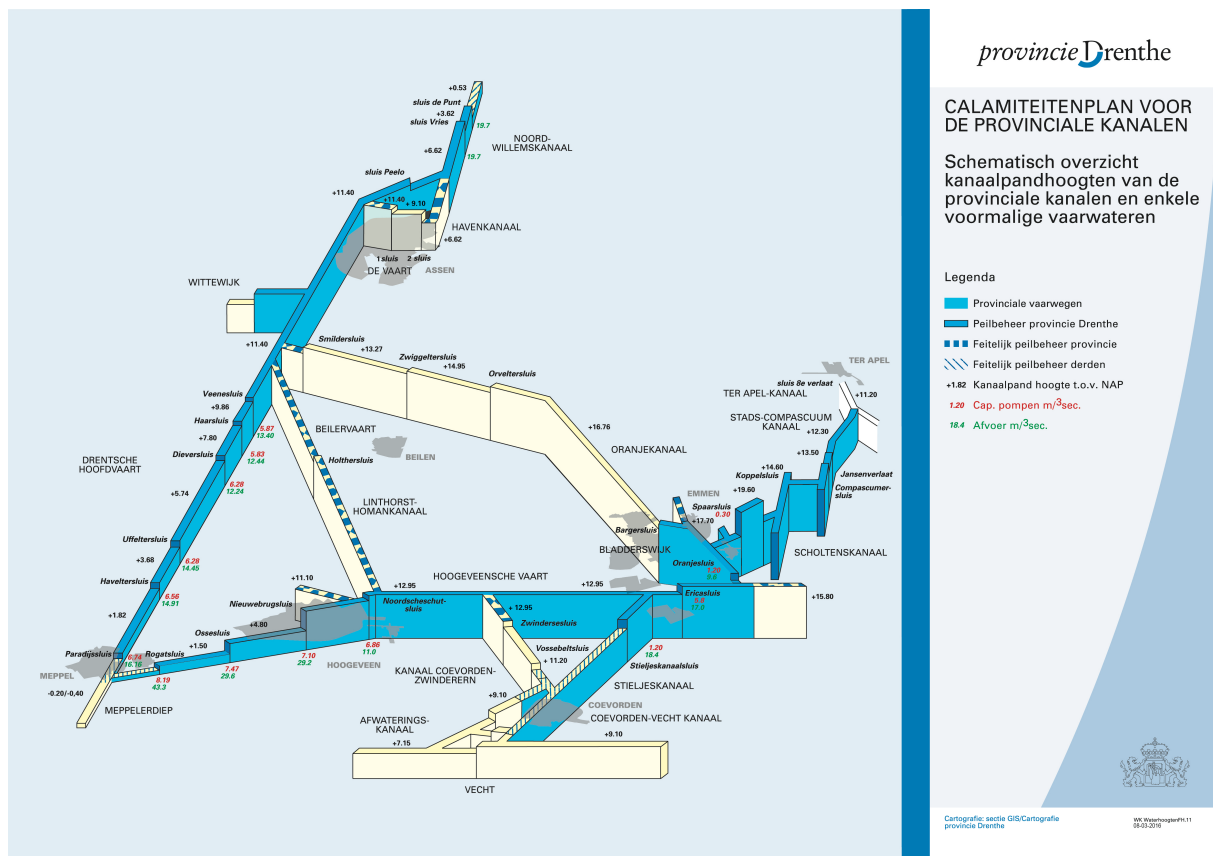
Koelen

We hebben geen rekening gehouden met koeling van gebouwen in de aannames. Omdat een WKO een laag temperatuurniveau heeft kan deze goed gebruikt worden om woningen te koelen. De warmtepomp hoeft hiervoor over het algemeen niet in actie te komen. Het kost dus weinig energie. Bovendien hoeft er minder warmte uit het oppervlaktewater onttrokken te worden. Echter, een middentemperatuurwarmtenet heeft een distributienet dat altijd warm water levert. In de zomer is dit voornamelijk voor warm tapwater. Om koude te distribueren is dus een tweede net nodig, waardoor de investering groter wordt. Wellicht is een deel van de bewoners bereid om meer te betalen om koeling te ontvangen, maar wanneer daar een grotere investering tegenover staat maakt het de aanleg in veel gevallen niet makkelijker. Voor een deel van de bewoners zal het ook te duur worden wanneer ook koude afgenomen moet worden. Wanneer de huizen goed genoeg geïsoleerd zijn kan een bronnet worden aangelegd. In dat geval stroomt water met een vrij lage temperatuur door het distributienet. Hierdoor is geen isolatie van het net nodig, wat het distributienet duidelijk goedkoper maakt. In ieder huis is dan een warmtepomp nodig voor opwaardering van de warmte. Het voordeel is dat er mee gekoeld kan worden zonder dat er een dubbel net nodig is. Wanneer de isolatie van de huizen onvoldoende is, is dit financieel niet haalbaar. Dan moet er ofwel flink geïsoleerd worden tegen hoge kosten, of er moet een duurdere hoge temperatuur WP worden toegepast in ieder huis die een lager rendement heeft en daardoor meer energie verbruikt.

3. Hydrologie Vaarten

3.1. DATA DRENTSCHE WATEREN

Figuur 3 hieronder toont de ligging van de stuwen in het waternetwerk in Drenthe.



Figuur 3: Waternetwerk Drenthe.

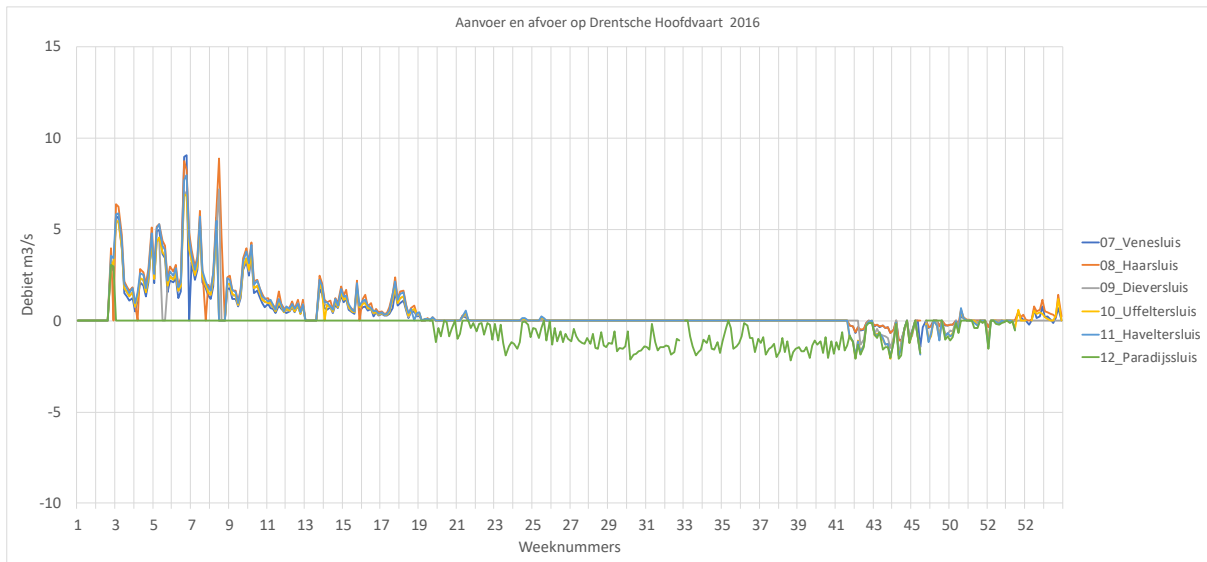
Over het algemeen is het zo dat in elk van de stuwpannen een deel van het aangevoerde water wordt verbruikt om verdamping in de omliggende gebieden aan te vullen. Deze laterale debieten zijn niet verwerkt, maar de som van deze lateralen is bij benadering gelijk aan het verschil in debiet tussen twee stuwpannen. De provincie Drenthe en het Waterschap Drents Overijsselse Delta hebben data aangeleverd over de pomp en afvoer debieten voor stuwpannen in de Drentsche Hoofdvaart en de Hoogeveense Vaart. Deze data stelt ons in staat om te bepalen of er kan worden uitgegaan van stromend of stilstaand water voor de bepaling van de TEO-capaciteit.

In overleg met de provincie en het waterschap is gekozen om te kijken naar twee jaren aan data: 2016 en 2019. In 2016 was het een doorsnee jaar voor het waterbeheer zonder grote droogte waardoor wateraanvoer via de vaarten onnodig was. In 2019 was het vrij droog waardoor wel wateraanvoer plaats gevonden heeft. Hierdoor was er veel meer stroming in de vaarten dan normaal. De maximum pompcapaciteit bij bepaalde stuwen is zo nu en dan benut in 2019.

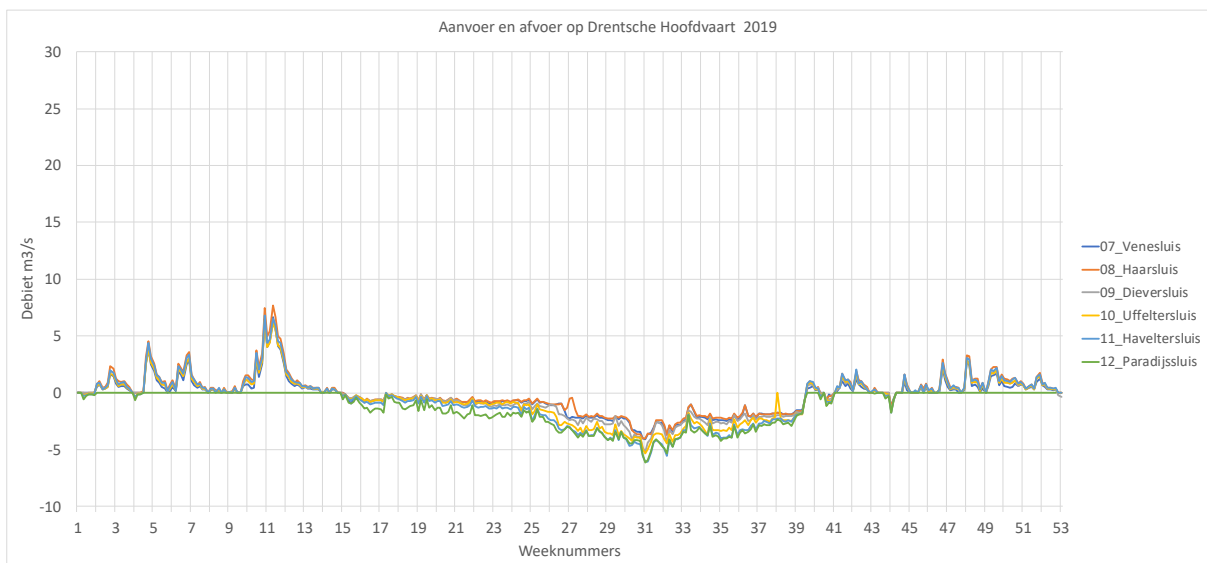
Voor een aantal beken zijn screenshots met debieten ter beschikking gesteld om een indruk te krijgen van de orde grootte.

3.1.1. Drentsche Hoofdvaart

Het debiet per stuwpand langs de Drentsche Hoofdvaart is weergegeven in de onderstaande figuren 4 en 5 voor 2016 en 2019 respectievelijk.



Figuur 4: Debiet per stuwpand Drentsche Hoofdvaart over 2016. Een positief debiet is afvoer door de stuwen en een negatief debiet is aanvoer door pompen.



Figuur 5: Debiet per stuwpand Drentsche Hoofdvaart over 2019. Een positief debiet is afvoer door de stuwen en een negatief debiet is aanvoer door pompen.

In de winter en het voorjaar is er overwegend sprake van afvoer (positief debiet). De debieten lopen hierbij op tot ca. 8 a 9 m³/s. De temperatuur van het water is in deze periode nog te laag om aan de randvoorwaarde van 12 °C te voldoen. In de zomer, wanneer het water voldoende warm is om warmte te mogen onttrekken, wordt het water overwegend in de omgekeerde richting gepompt (negatief debiet). Een klein deel van deze aanvoer van water (tot ca. 10%) kan weer verloren gaan als schutverlies bij de sluisen.

In 2016 en 2019 was er in de zomer zeer weinig afvoer naar benedenstrooms. In andere wellicht nattere jaren kan er meer afvoer plaatsvinden. In 2019 vond er in de zomer aanvoer plaats over alle stuwpanden, gedurende de hele zomer. Dit zou een ideale situatie zijn voor TEO; de inlaat en uitlaat voor het oppervlaktewater kunnen dan dicht bij elkaar geplaatst worden waarbij de uitlaat van afgekoeld water een korte afstand benedenstrooms (in de stromingsrichting tijdens aanvoer in de zomer) van de inlaat van 'warm' water wordt geplaatst. Er vindt dan geen koude kortsluiting plaats. Echter, in 2016 is te zien dat alleen over de paradijssluis water wordt aangevoerd. In de overige stuwpanden is weinig aan- of afvoer. In dat geval moet er voldoende afstand zijn tussen de in- en uitlaat om een koude kortsluiting te voorkomen en een te grote afkoeling van het water te voorkomen.

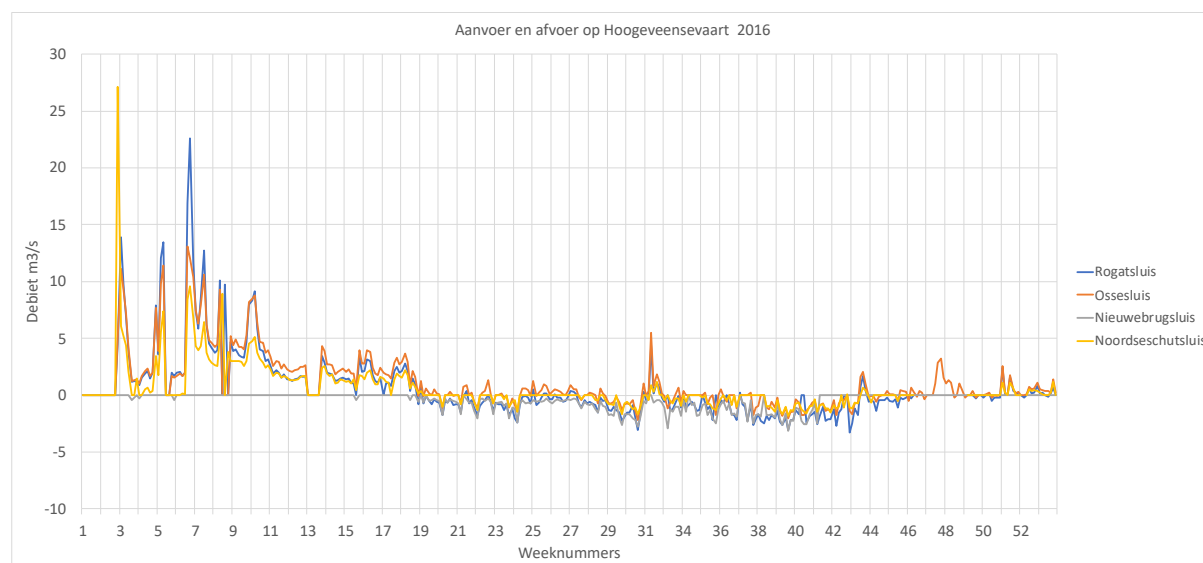
Tabel 2 toont het gemiddelde debiet over de 5 maanden in 2016 en 2019 waarin het water voldoende warm was om thermische energie te mogen onttrekken. Het minteken betekent dat het water stroomopwaarts gepompt wordt. Tabel 2 toont daarnaast ook de hoeveelheid energie die gewonnen zou kunnen worden onder aanname dat het hele debiet met 3 °C zou worden afgekoeld.

	2016		2019	
	m ³ /s	TJ	m ³ /s	TJ
Venesluis	0	0	-1,6	268
Haarsluis	0	0	-1,5	251
Dieversluis	0	0	-1,9	307
Uffeltersluis	0	0	-2,2	360
Haveltersluis	0	0	-2,6	422
Paradijssluis	-0,95	154	-2,9	464

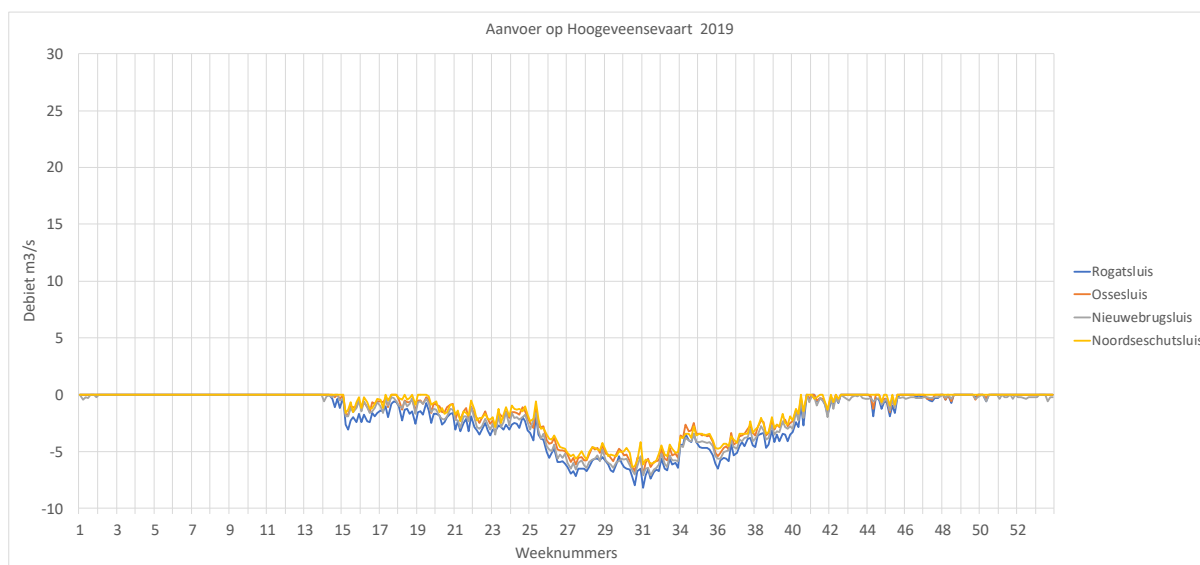
Tabel 2: Gemiddelde debiet en warmtecapaciteit per stuwpand van de Drentsche Hoofdvaart in 2016 en 2019.

3.1.2. Hoogeveensevaart

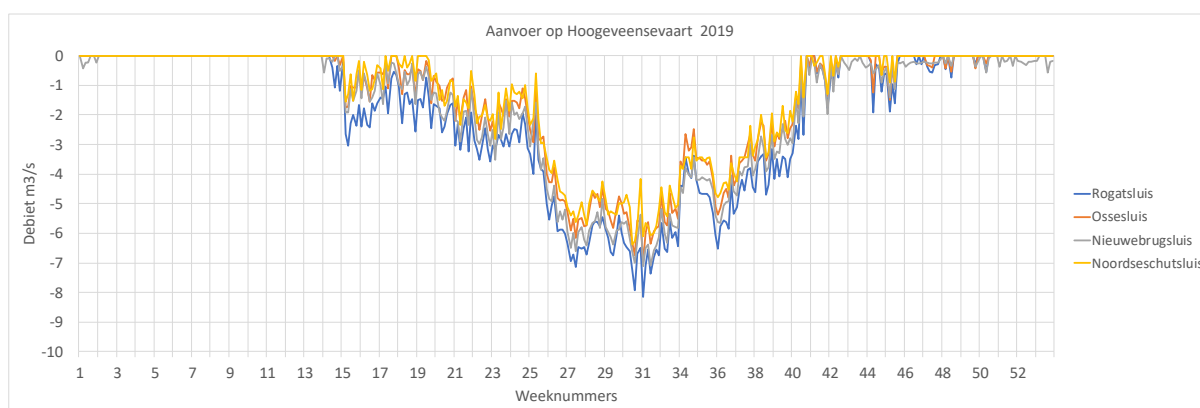
Het debiet per stuwpand langs Hoogeveensevaart is weergegeven in de onderstaande figuren 6 en 7 voor 2016 en 2019 respectievelijk. Figuur 8 toont de situatie als in Figuur 7 maar dan ingezoomd.



Figuur 6: Debiet per stuwpand Hoogeveensevaart over 2016. Een positief debiet is afvoer door de stuwen en een negatief debiet is aanvoer door pompen.



Figuur 7: Debiet per stuwpand Hoogeveensevaart over 2019. Een positief debiet is afvoer door de stuwen en een negatief debiet is aanvoer door pompen.



Figuur 8: Debiet per stuwpand Hoogeveensevaart over 2019 ingezoomed. Een positief debiet is afvoer door de stuwen en een negatief debiet is aanvoer door pompen.

De Hoogeveense Vaart heeft in een normaal jaar een relevant debiet. Hierdoor is er genoeg verversing en kunnen de in- en uitlaat van de TEO-installatie dicht bij elkaar liggen. Er hoeft dan eenmalig leidinglengte aangelegd te worden en deze neem niet toe met het aantal aangesloten woningen; de verversing is immers groot genoeg om kortsluiting te voorkomen.

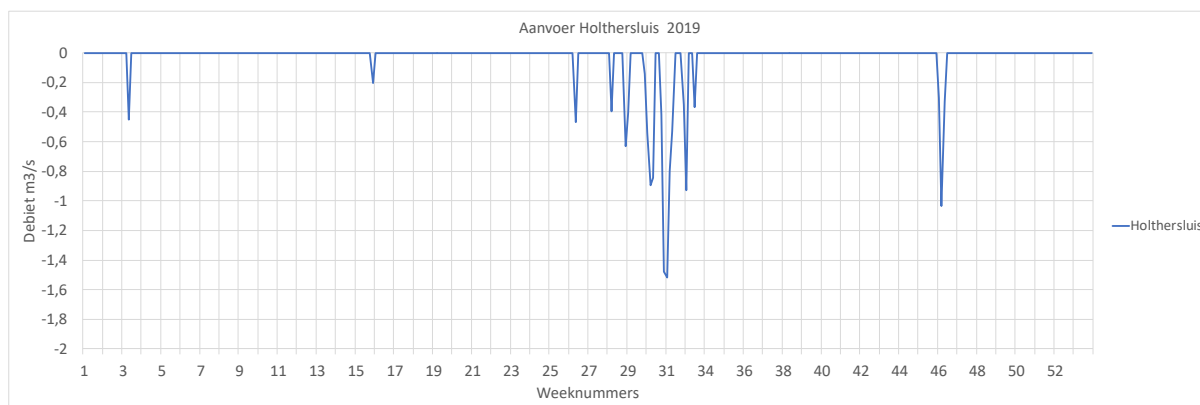
Tabel 3 toont het gemiddelde debiet over de 5 maanden dat het water voldoende warm is om thermische energie te mogen onttrekken. Het minteken betekent dat het water stroomopwaarts gepompt wordt. Dus ook de Hoogeveensevaart stroomt in de zomer gemiddeld in stroomopwaartse richting. Tabel 3 toont daarnaast ook de hoeveelheid energie die gewonnen zou kunnen worden onder aanname dat het hele debiet met 3 °C zou worden afgekoeld.

	2016		2019	
	m³/s	TJ	m³/s	TJ
Rogatsluis	-0,91	148	-4,3	696
Ossesluis	-0,35	56	-3,3	540
Nieuwebrug	-1,05	171	-3,8	617
Noordscheschut	-0,35	57	-3,1	507

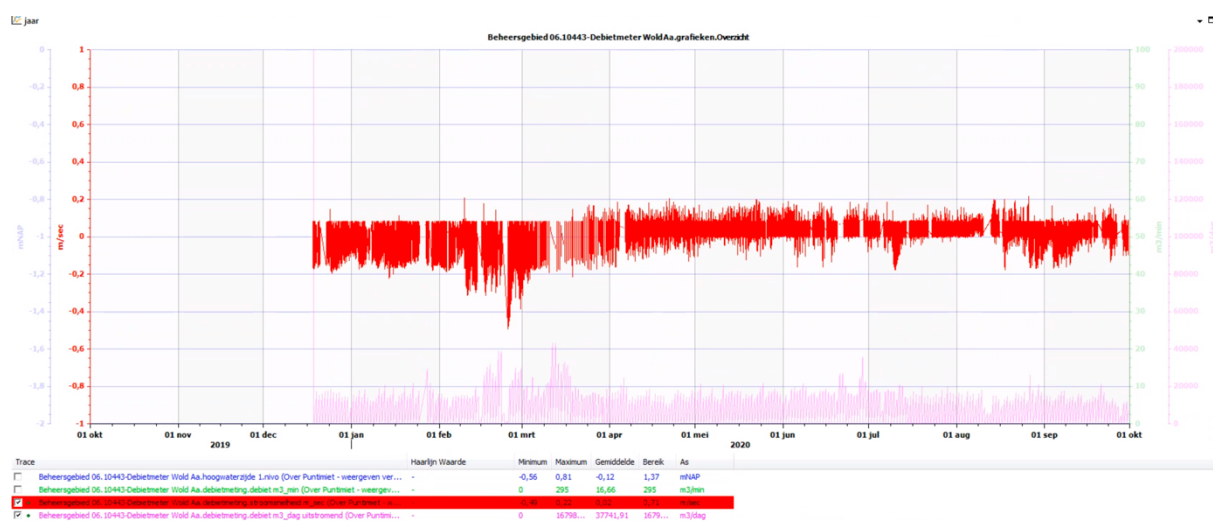
Tabel 3: Gemiddelde debiet en warmtecapaciteit per stuwpand van de Hoogeveensevaart in 2016 en 2019.

3.1.3. Overige wateren

Het debiet van de Holtersluis, Wold Aa, Reest en Oude Vaart zijn weergegeven in Figuren 9 t/m 12 respectievelijk. We hebben helaas niet de beschikking over de data van alle waterlopen, daarom kunnen we voor enkele waterlopen alleen een screenshot van de bedieningsinterface van het waterschap tonen. Dit heeft helaas een wat minder goede leesbaarheid tot gevolg.

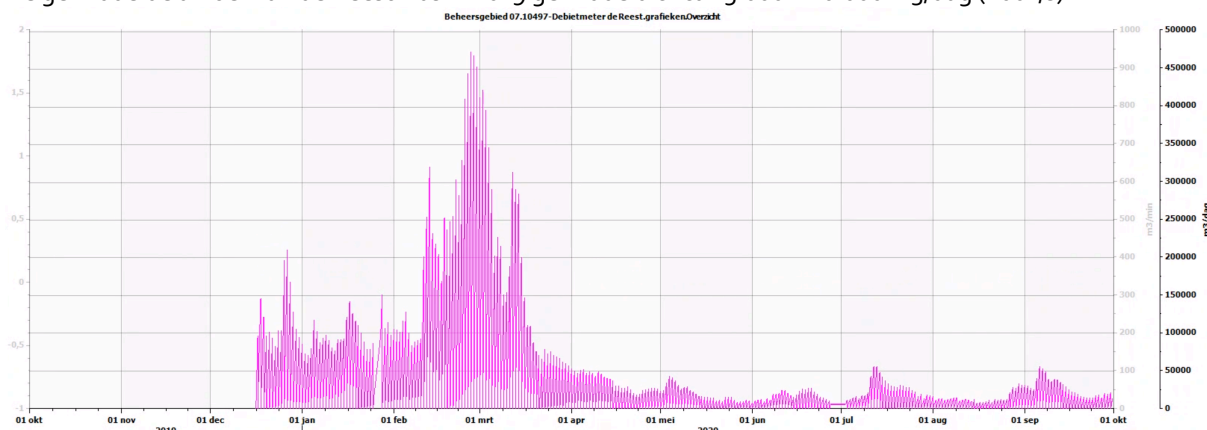


Figuur 9: Debiet Holtersluis over 2019.

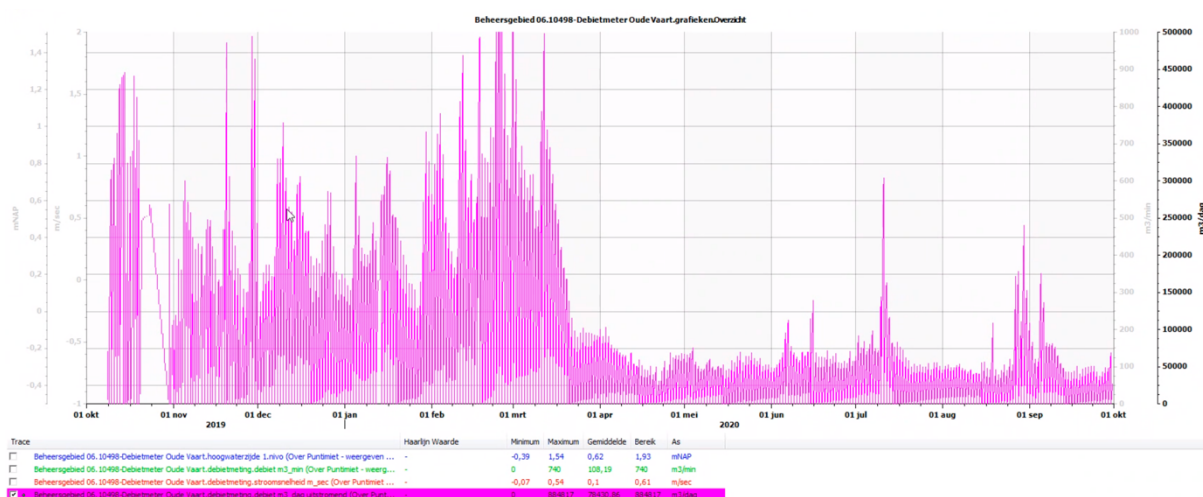


Figuur 10: Screenshot van Waterschap WDOD met debiet Wold Aa van oktober 2019 tot oktober 2020.

De gemiddelde afvoer van de Reest was in 2019 gemiddeld circa 15.000 – 20.000 m³/dag (200 l/s).



Figuur 11: Screenshot van Waterschap WDOD met debiet Reest oktober 2019 tot oktober 2020.



Figuur 12: Screenshot van Waterschap WDOO met debiet Oude Vaart oktober 2019 tot oktober 2020.

Tabel 4 toont het gemiddelde debiet over de 5 maanden dat het water voldoende warm is om thermische energie te mogen onttrekken. Het minteken betekent dat het water stroomopwaarts gepompt wordt. Tabel 4 toont daarnaast ook de hoeveelheid energie die gewonnen zou kunnen worden onder aanname dat het hele debiet met 3 °C zou worden afgekoeld.

	2019	
	m³/s	TJ
Wold Aa	0,15	24
Reest	0,2	33
Oude Vaart	0,58	94
Holthersluis	0,071	12

Tabel 4: Debiet en warmtecapaciteit per stuwpaand.

Deze kleinere beken hebben in verhouding tot de Hoogeveense Vaart en de Drentsche Hoofdvaart een lager debiet. Hierdoor is de TEO-potentie beperkter.

4. Resultaten per Casus

4.1. DRENTSE HOOFDVAART

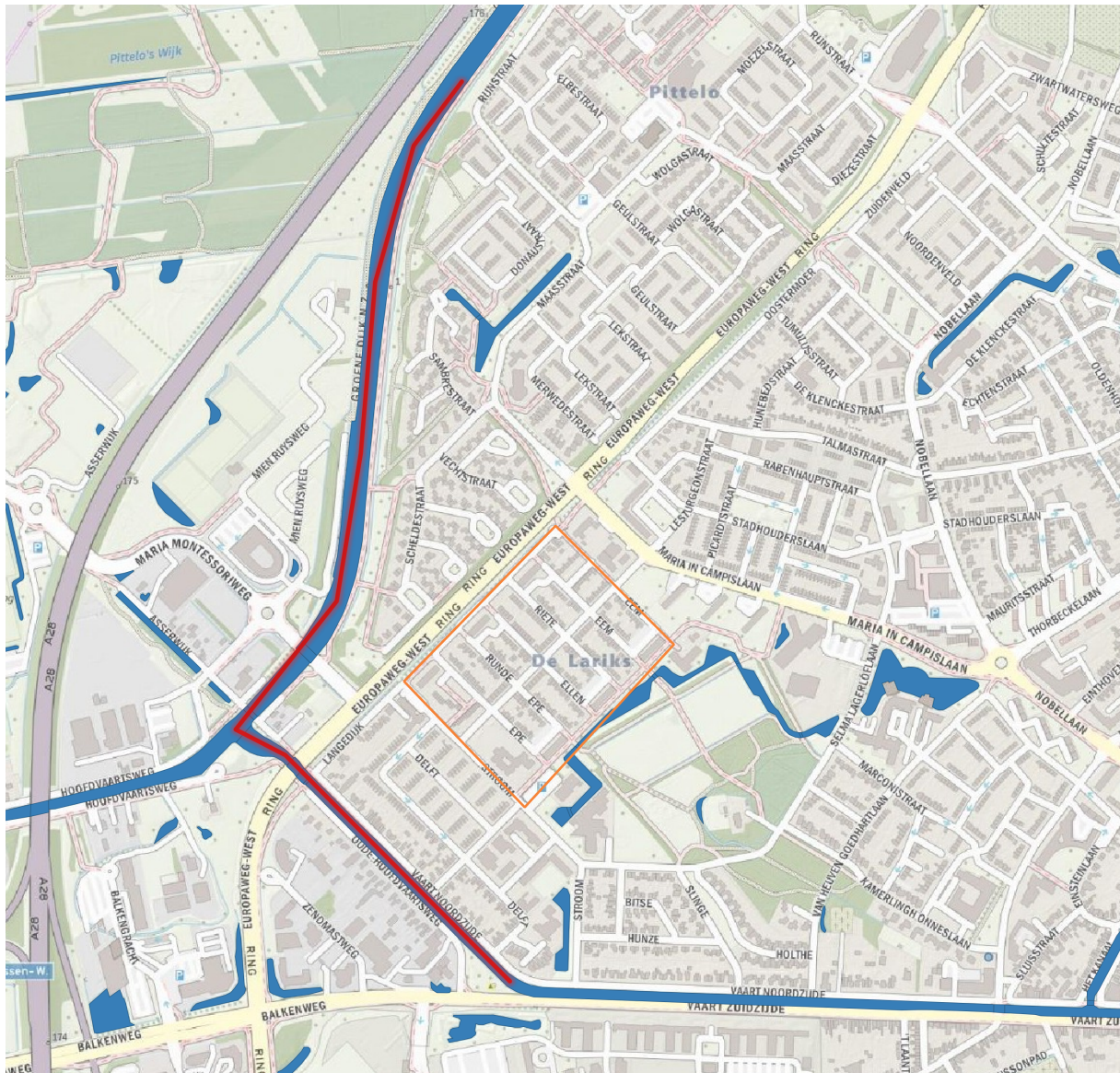
Voor de Drentsche Hoofdvaart gaan we ervan uit dat het water slechts in geringe mate stroomt. Hierdoor zou een koude kortsluiting ontstaan wanneer de in- en uitlaat van de TEO-installatie dicht bij elkaar zouden worden gepositioneerd. Het koude water uit de uitlaat stroomt dan terug naar de inlaat zonder dat het opgewarmd is tot de referentie temperatuur. Het water wordt dan kouder dan afgesproken in het kader van ecologische effecten en het rendement lijdt eronder.

De afstand van de Paradijssluis bij Meppel tot Sluis Peelo bij Assen is circa 44 km. De gemiddelde breedte is ca. 17 m; het totale oppervlak is daarmee ongeveer 75 ha wat per jaar (5 zomermaanden met voldoende temperatuur) ongeveer 175 TJ oplevert.

De warmtevraag van de Smildes is echter al hoger: Bovensmilde ca. 65 TJ/jaar, Smilde ca. 95 TJ/jaar en Hoogersmilde ca. 20 TJ/jaar. Totaal is dat ca. 180 TJ/jaar. De warmtevraag kan dus hoogstens ten dele worden ingevuld.

4.1.1. Proeftuin Aardgasvrije Wijk Assen

In de proeftuin aardgasvrije wijk Assen in een deel van de wijk Lariks-West (zie Figuur 13) wordt overwogen gebruik te maken van TEO voor de wijkverwarming. Wateren rond de wijk hebben een breedte van ca. 18 m (vaart richting centrum) tot ca. 32 m voor de Willemsvaart Noord. De warmtevraag voor het projectgebied is circa 17 TJ/jaar, waarvan circa 75-80% uit de TEO-bron zou komen en de rest uit elektrische energie (warmtepomp met COP ± 4). Uitgaande van een geringe stroming zou 5,6 ha wateroppervlak nodig zijn om de geloosde koude op te warmen. Bij een breedte van 30 m komt dit op ca. 1875 m kanaallengte.

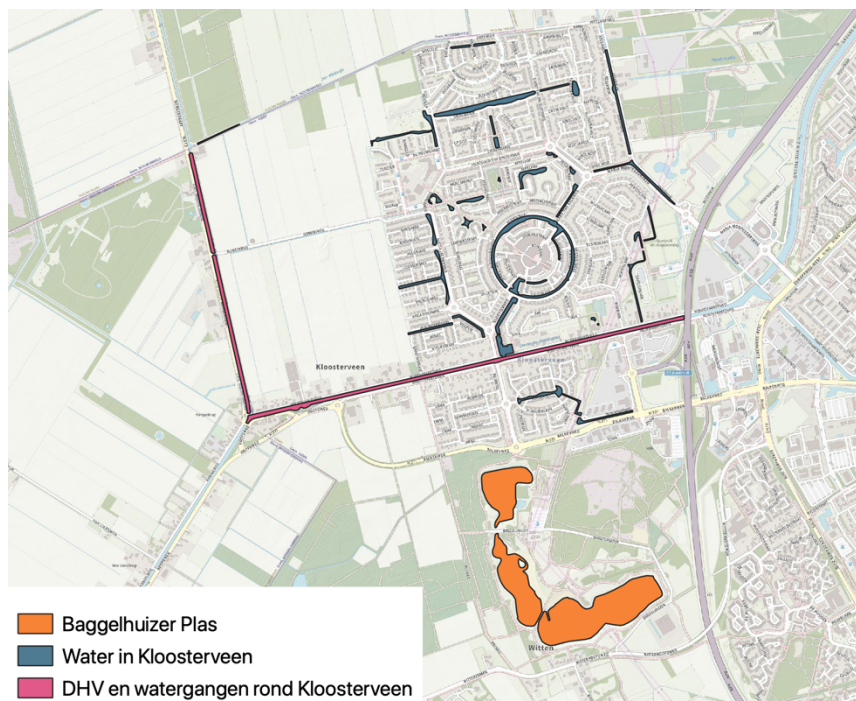


Figuur 13: Proeftuin aardgasvrije wijk Assen met een indicatie van de benodigde lengte tussen in- en uitlaat bij afwezigheid van stroming.

4.1.2. Kloosterveen

De warmtevraag van Kloosterveen is ca. 200 TJ/jaar. Er is dus minimaal ca. 150 TJ/jaar aan TEO-capaciteit nodig om de WKO-bronnen te regenereren wanneer er geen koudevraag in de wijk is. In de wijk ligt ca. 10 ha aan wateroppervlak. Wanneer dit maximaal benut zou worden levert dit ca. 23 TJ/jaar. De Baggelhuizer Plas (Figuur 24), is ca. 20 ha en levert daarmee maximaal ca. 46 TJ/jaar. Indien deze bronnen helemaal benut zouden worden blijft 80 TJ/jaar over uit de Drentse Hoofdvaart. Deze en de aantakende kanalen direct om de wijk hebben een oppervlak van 5 ha en daarmee 12 TJ/jaar. Er moet dan nog 68 TJ/jaar van verder weg gehaald worden. Hier zou voor stilstaand water ca 30 ha voor nodig zijn. Bij een kanaalbreedte van 17 m voor de Drentse Hoofdvaart is er dan ongeveer 18 kilometer kanaallengte nodig. Het is zeer waarschijnlijk niet zinvol om een leiding van deze lengte te leggen voor zo'n kleine hoeveelheid warmte. Dit zou eventueel ook tot interferentie leiden met de ander projecten langs de Drentse Hoofdvaart: Bovensmilde, Smilde en Hoogersmilde. Deze dorpen zouden dan minder of geen TEO-capaciteit meer hebben.

De wateren rond de wijk kunnen dus grofweg de helft van de warmte leveren. Door koude te leveren uit de WKO is er echter minder TEO-capaciteit nodig. Bij het leveren van koude vanuit een WKO wordt namelijk warmte in de bodem opgeslagen. Deze warmte hoeft dan niet uit oppervlaktewater gehaald te worden. Dus wanneer in de wijk voldoende koudevraag is kan het zijn dat er voldoende TEO-capaciteit is.



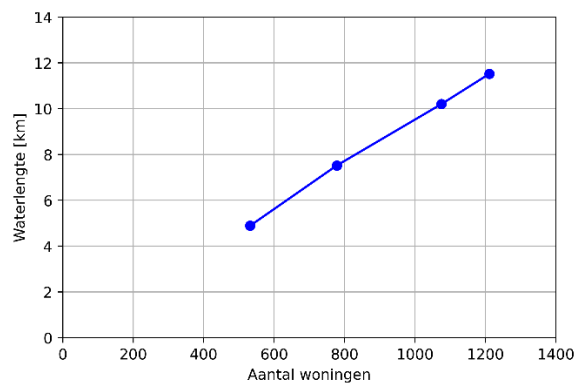
Figuur 14: Kloosterveen en de omliggende wateren.

4.1.3. Bovensmilde

De warmtevraag van Bovensmilde is 65 TJ/jaar voor ca. 1200 woningen. Gemiddeld gebruikt een woning hier ca. 55 GJ per jaar. Het ontwikkelen van een warmtenet met TEO als warmtebron is doorgerekend in 4 fases in Bovensmilde zoals te zien in Figuur 15. Bij elke fase is het distributienet uitgebreid met het volgende distributienetnummer en wordt de TEO-capaciteit aangepast door het in- en uitlaatpunt verder uit elkaar te leggen langs de DHV (niet weergegeven in de Figuur). Deze 'waterlengte' wordt weergegeven in Figuur 16. De benodigde kanaallengte varieert van ca. 5 km bij fase 1 tot bijna 12 kilometer bij fase 4 (buurten 1 t/m 4). Het dorp zelf heeft een lengte van ca. 1 km langs het kanaal. De in- en uitlaat zouden dus kilometers buiten het dorp komen te liggen.

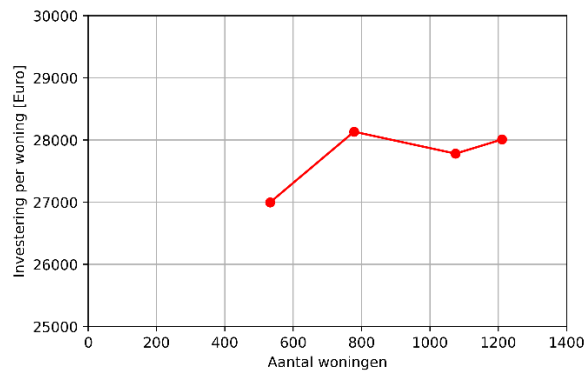


Figuur 15: Onderverdeling in fases van de casus Bovensmilde.

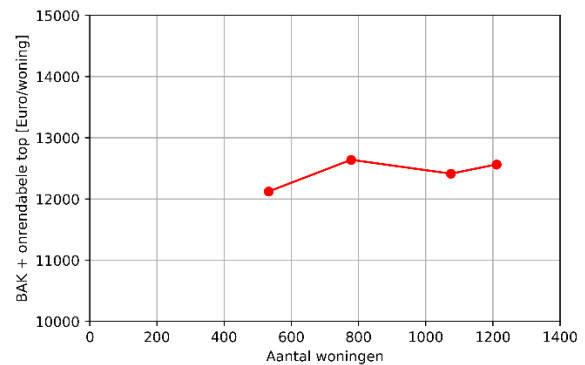


Figuur 16: Benodigde waterlengte Bovensmilde als functie van het aantal aangesloten woningen.

De investering per woning en onrendabele top per woning als functie van het aantal aangesloten woningen zijn weergegeven in Figuren 17 en 18. De figuren tonen aan dat er geen schaalvoordeel te behalen bij uitbreiding van het wamtenet. Dit komt doordat de TEO-leiding steeds verder toeneemt en de energiedichtheid per fase afneemt. Hierdoor wordt het effect van schaalvoordelen tenietgedaan.



Figuur 17: Investering per woning Bovensmilde als functie van het aantal aangesloten woningen.



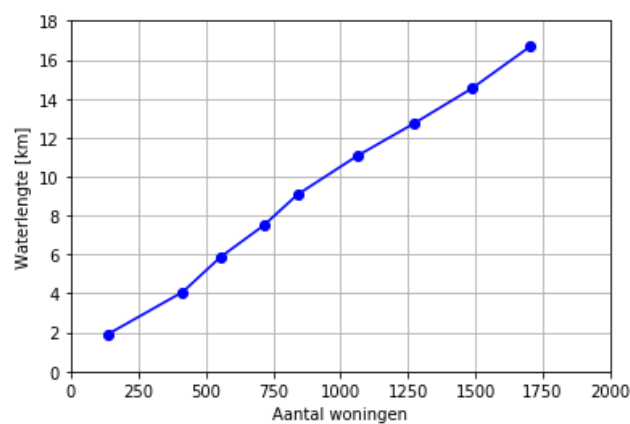
Figuur 18: Bijdrage aansluitkosten + onrendabele top van Bovensmilde als functie van het aantal aangesloten woningen.

4.1.4. Smilde

De warmtevraag van Smilde is 95 TJ/jaar voor ca. 1700 woningen. Gemiddeld gebruikt een woning hier ca. 55 GJ per jaar. De casus Smilde is doorgerekend in 9 fases, zie Figuur 19. De TEO-leiding is niet weergegeven omdat deze toeneemt in lengte met het aansluiten van meer woningen. Deze waterlengte die nodig is voor voldoende TEO-capaciteit is weergegeven in Figuur 20.

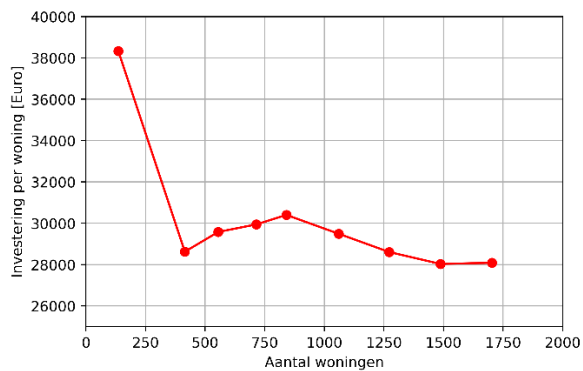


Figuur 19: Onderverdeling in fases van de casus Smilde.

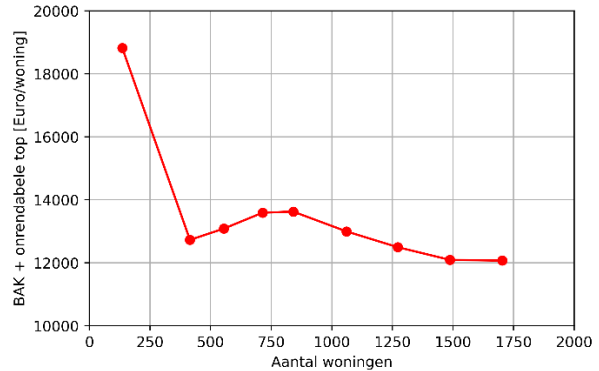


Figuur 20: Benodigde waterlengte Smilde als functie van het aantal aangesloten woningen.

De investering en onrendabele top per woning als functie van het aantal aangesloten woningen worden zijn weergegeven in de Figuren 21 en 22. Deze dalen in eerste instantie snel doordat de vaste initiële investeringskosten worden gespreid over een toenemend aantal woningen. De curves vlakken echter af op een hoog niveau omdat de kosten voor het TEO-leidingnet toenemen met het aantal woningen.

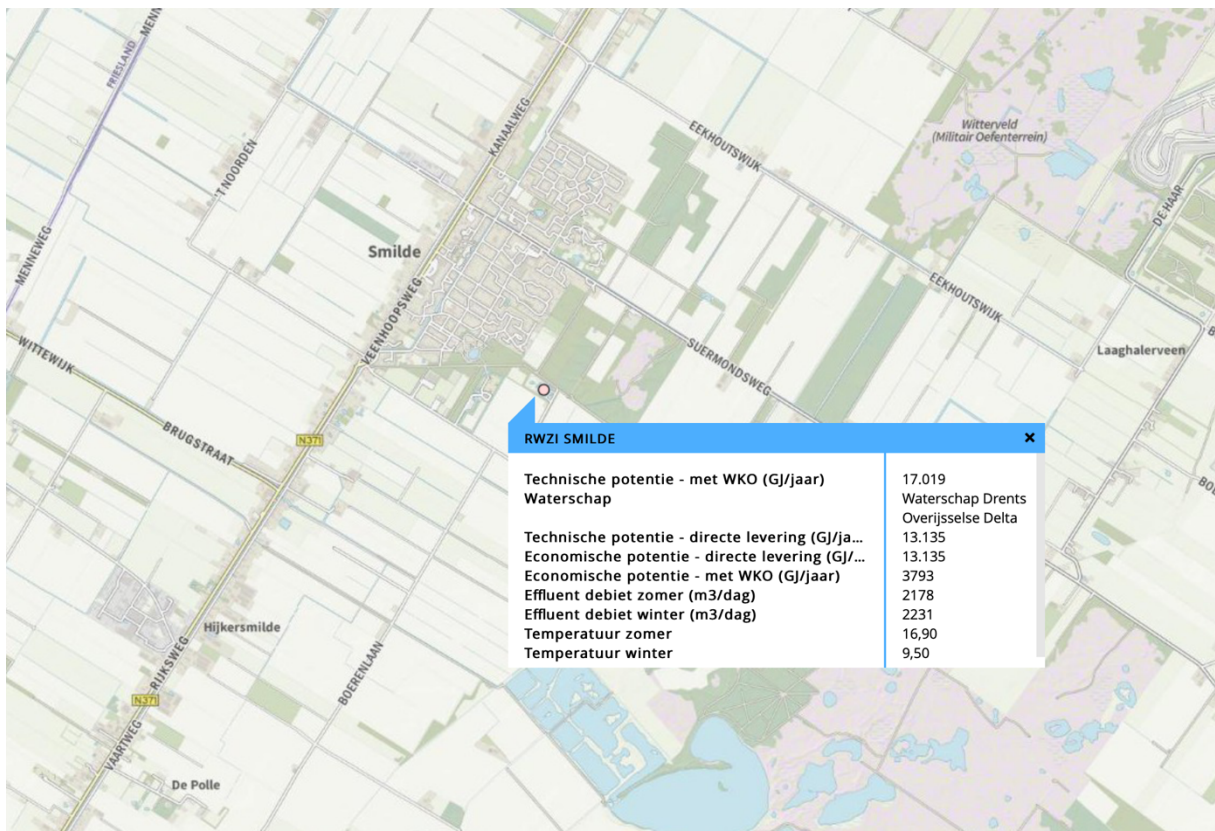


Figuur 21: Investering per woning Smilde als functie van het aantal aangesloten woningen.



Figuur 22: Bijdrage aansluitkosten + onrendabele top Smilde als functie van het aantal aangesloten woningen.

Naast TEO kan Smilde ook gebruik maken van restwarmte van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) die naast het dorp ligt. Deze kan 13 TJ per jaar leveren, zie Figuur 23.



Figuur 23: Gegevens van RWZI bij Smilde uit de TEA-viewer van STOWA.

4.1.5. Hoogersmilde

Voor Hoogersmilde is een businesscase opgesteld, maar niet voor meerdere buurten; het dorp is niet groot genoeg om deze methode zinvol toe te passen. Figuur 24 toont de begrenzing en het distributienet.



Figuur 24: Casus Hoogersmilde.

De belangrijkste kengetallen voor de businesscase Hoogersmilde zijn weergegeven in Tabel 5.

Kengetal	Waarde	Eenheid
Huidig aardgasgebruik	526.275	m ³ /jaar
Aantal aangesloten woningen	317	-
Warmtevraag	18.5	TJ/jaar
Benodigde waterlengte (kanaal)	3.25	km
Investering per woning	31.592	€
BAK + onrendabele top per woning	15.958	€
Potentiële CO ₂ besparing	883	ton/jaar

Tabel 5: Kengetallen businesscase Hoogersmilde.

Hoogersmilde valt met het aantal woningen in dezelfde orde voor de investering per woning en onrendabele top per woning als Smilde en Bovensmilde.

4.2. HOOGEVEENSE VAART

4.2.1. De Wijk

De Wijk ligt aan de Reest en de Hoozeveense Vaart. De capaciteit van de Reest (ordegrootte 30 TJ/jaar) zou voldoende kunnen zijn voor een deel van de Wijk omdat de totale warmtevrage ongeveer 70 – 80 TJ/jaar is. Vlak ten zuidwesten van de Wijk ligt een stuw in de Reest, daar zouden de in- en uitlaat dicht bij elkaar kunnen worden geplaatst. Echter, wanneer de HVV inderdaad elk jaar een groot deel van de zomer water aanvoert is de TEO-capaciteit van de HVV orde 500 TJ/jaar.

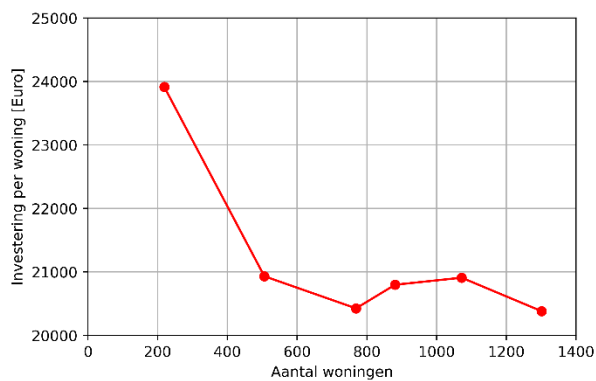
Ook voor De Wijk is een gefaseerde business case opgesteld om inzicht te krijgen in het effect van het aantal aansluitingen op de financiële haalbaarheid. De opdeling in verschillende fasen is te zien in de Figuur 25 hieronder.



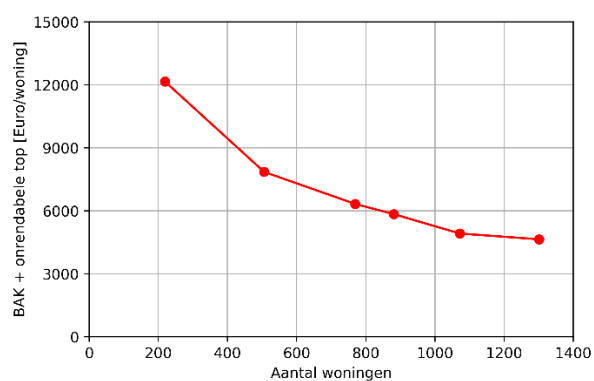
Figuur 25: Onderverdeling in fasen van de casus De Wijk.

Distributienet 1 is de eerste buurt die is aangesloten, distributienet 2 de tweede, enzovoorts. De donkerblauwe lijn is de TEO-leiding en is onafhankelijk van het aantal aangesloten buurten. Het paarse vierkant is de technische ruimte.

De businesscase is berekend voor 6 scenario's: eerst buurt 1, daarna buurt 1 en 2, enzovoorts. De investering per woning en de BAK + onrendabele top per woning als functie van het aantal woningen (=aangesloten buurten) is weergegeven in de figuren 26 en 27.



Figuur 26: Investering per woning De Wijk als functie van het aantal aangesloten woningen.



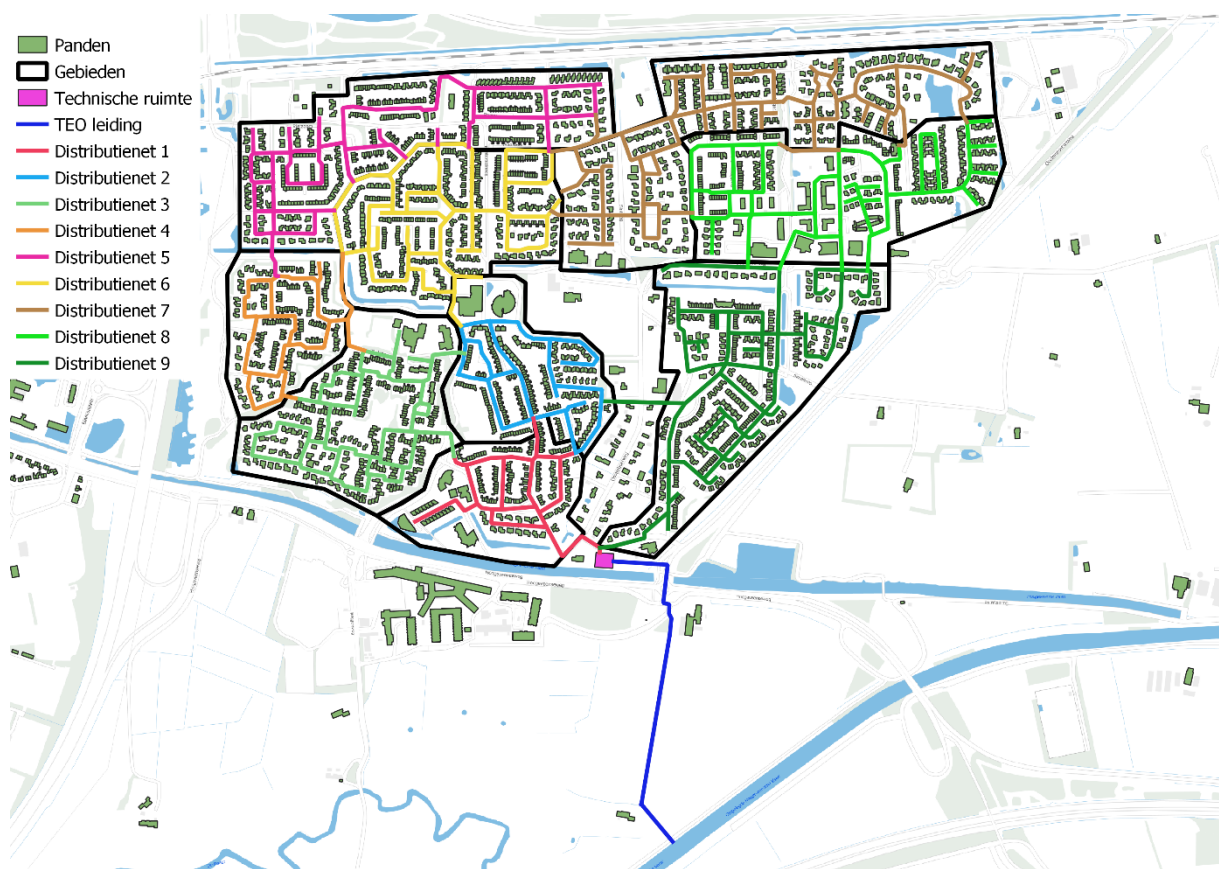
Figuur 27: Bijdrage aansluitkosten + onrendabele top per woning De Wijk als functie van het aantal aangesloten woningen.

Als er meer woningen worden aangesloten op het warmtenet dalen de investeringskosten per woning en daalt de onrendabele top per woning. Dit komt omdat de kosten voor de technische ruimte en TEO-leiding niet toenemen met het aansluiten van meer woningen. In vergelijking met de voorgaande casussen aan stilstaand water valt de BAK + onrendabele top lager uit.

4.2.2. Meppel – Oosterboer

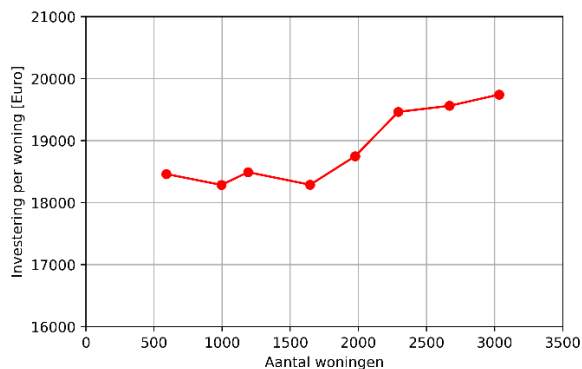
Oosterboer heeft een warmtevraag van ca. 150 TJ/jaar. Dit is ongeveer gelijk aan de maximumcapaciteit van 148 TJ/jaar voor dit deel van de Hoogeveensevaart zoals gevonden in paragraaf 3.1.2. Gezien het feit dat er slechts twee jaar bekeken is en de regelgeving voor onttrekking van warmte nog in ontwikkeling is, is de kans groot dat de maximale capaciteit nog naar beneden moet worden bijgesteld. Waarschijnlijk zal de capaciteit daarom voldoende zijn voor een deel van de wijk.

Oosterboer ligt niet direct aan de HVV, we gaan er in principe vanuit dat een dubbele leiding gelegd wordt naar de HVV, één voor onttrekking van warm water en één voor retour van koud water. Misschien kan de inname van warm water plaatsvinden bij het water dat direct aan de wijk grenst, wanneer het waterbeheer het toelaat, dat zou wellicht kosten kunnen besparen. Oosterboer is opgedeeld in 9 verschillende buurten, zoals te zien in de Figuur 28.

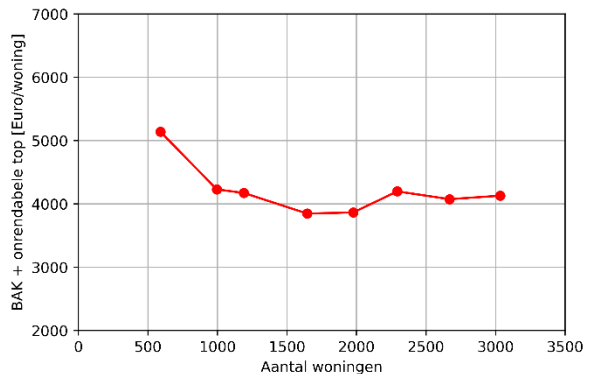


Figuur 28: Onderverdeling in fases van de casus Oosterboer.

De investering per woning en de onrendabele top per woning als functie van het aantal woningen is weergegeven in de figuren 29 en 30.

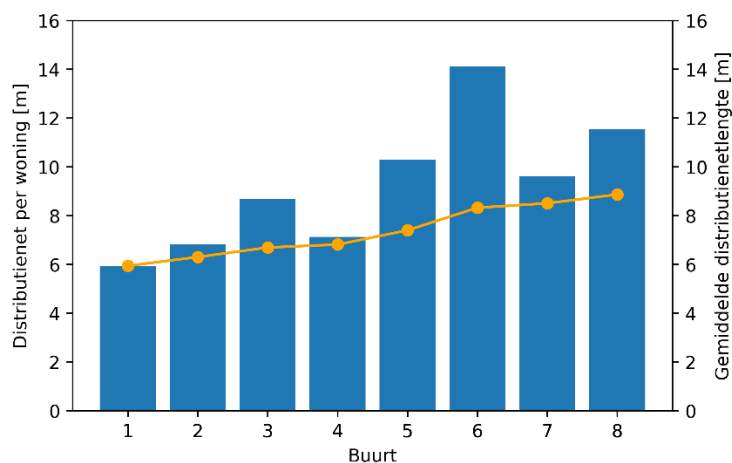


Figuur 29: Investering per woning als functie van het aantal aangesloten woningen per woning.



Figuur 30: Bijdrage aansluitkosten en onrendabele top als functie van het aantal aangesloten woningen.

De dalende trend voor de investering per woning en de BAK + onrendabele top is minder goed te zien in de figuren. Dit komt omdat de eerste aangesloten buurt veel woningen bevat waardoor de initiële kosten goed gespreid worden. Verder is te zien dat de investering per woning toeneemt. Dit komt omdat er buurten worden aangesloten die een grotere distributienetlengte per woningen vragen. Dit is te zien in Figuur 31.



Figuur 31: Distributienet per woning per buurt Oosterboer (links) en gemiddelde distributielengte per woning (rechts) met toenemend aangesloten buurten.

4.2.3. Hoogeveen

De warmtevraag van de wijken in Hoogeveen die aan de HVV grenzen is met meer dan 500 TJ/jaar vrij groot ten opzichte van de capaciteit van de HVV (ca. 150 TJ/jaar in een gemiddeld jaar). Wanneer elke zomer het water met een aantal kubieke meter per seconde ververst zou blijven worden zou er voldoende capaciteit zijn, maar daar is nu geen zicht op. Met een capaciteit van orde 150 TJ/jaar kunnen een aantal forse projecten uitgevoerd worden. Bovendien is er nog een RWZI met een capaciteit van 150 – 200 TJ/jaar zoals te zien in Figuur 32. Ten noorden van Hoogeveen stroomt het Oude Diep, hier hebben we geen data van, maar indien deze vergelijkbaar is met bijvoorbeeld Wold Aa of de Reest is de capaciteit enkele tientallen TJ/jaar. Er liggen twee stuwen bij Hoogeveen, deze kunnen wellicht een nuttige rol spelen in het voorkomen van warmte kortsluiting door de in- en uitlaat te scheiden.



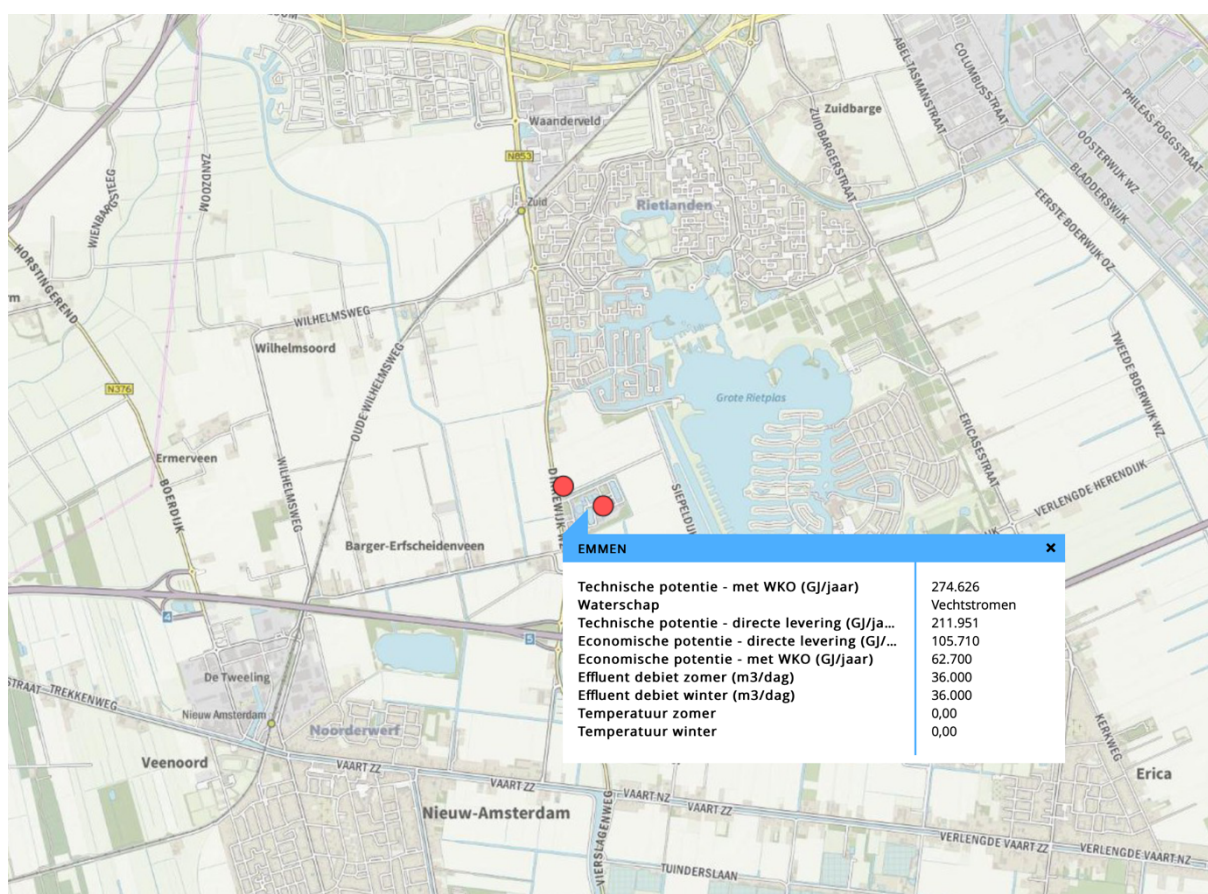
Figuur 32: Hoogeveen met details RWZI.

4.3. OVERIGE WATEREN

4.3.1. Emmen – Rietlanden en Park Sandur

De wijk Rietlanden en recreatiepark Park Sandur liggen om de Grote en Kleine Rietplas. Deze heeft een oppervlakte van ca. 135 ha. Wanneer deze oppervlakte effectief benut zou kunnen worden met een maximaal temperatuursverschil van 3 graden zou dat ca. 310 TJ/jaar kunnen leveren. Omdat het niet haalbaar is het hele oppervlak effectief te benutten kunnen we in eerste instantie uitgaan van de helft van de maximale capaciteit (ca. 150 TJ/jaar).

De warmtevraag is 200 TJ/jaar voor de Rietlanden en ca. 65 TJ/jaar voor Park Sandur. De Rietplassen bieden dan nog wat te weinig capaciteit, maar het RWZI biedt ook nog een capaciteit van minstens 200 TJ zoals te zien in Figuur 33. Verder grenst het Oranjekanaal aan de wijk. Totaal is er voldoende potentie om de Rietlanden van warmte te voorzien.

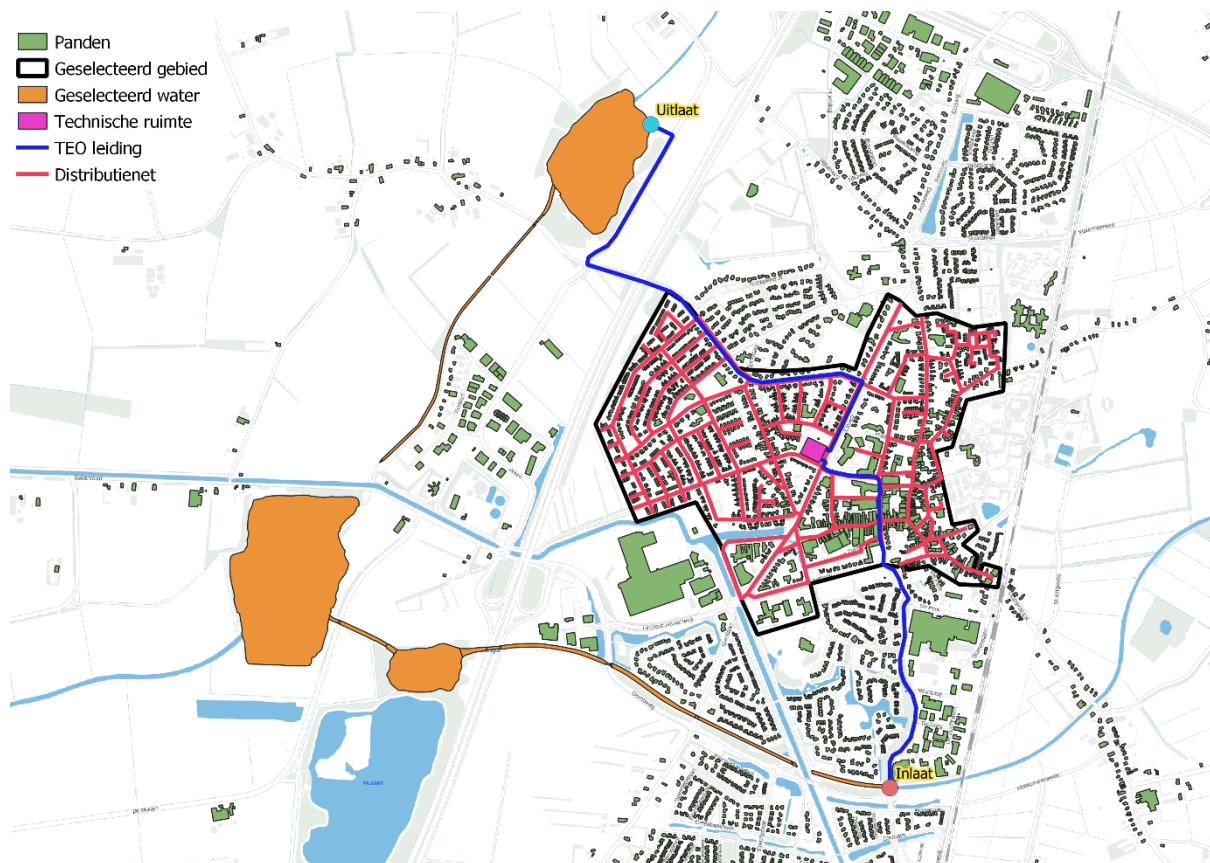


Figuur 33: Rietlanden, Park Sandur en details RWZI.

4.3.2. Beilen

Beilen ligt aan het Linthorst-Homankanaal, de Beilervaart (kanalen) en de Beilerstroom (gestuwde beek). Daarnaast liggen aan de westkant 3 zandwinplassen. De kanalen hebben een marginale rol in het Drents waterakkoord; er wordt weinig water aangevoerd via deze kanalen. In Hoofdstuk 2 is de afvoer over de Beilersluis vermeld, deze is niet continue en gering. De verversing is in de zomer daardoor gering en er ontstaan volgens het waterschap knelpunten m.b.t. de waterkwaliteit. Aanvullende menging en afkoeling van het water in de zomer zou de waterkwaliteit kunnen doen toenemen. De wateren in en rondom Beilen hebben een gecombineerd oppervlak van ca. 75 hectare. Zoals vermeld gaan we ervan uit dat deze wateren alle

stilstaan waardoor een warmtepotentie van 2,33 TJ/ha kan worden bereikt. Dit resulteert in een warmtepotentie van maximaal 175 TJ/jaar. Dit is ca. 60% van de warmtevraag van 275 TJ/jaar in Beilen. De zandwinplassen zijn aangesloten op de Beilerstroom en liggen om Beilen heen. Hierdoor kunnen de inlaat en uitlaat van TEO-leiding zo aangesloten worden dat veel wateroppervlak benut wordt met een relatief kleine TEO-leidinglengte. Figuur 34 geeft deze casus voor Beilen weer. De Figuur is slechts een suggestie. waarmee eventueel vrij veel capaciteit beschikbaar komt tegen een beperkte lengte van het TEO-net, dit is niet in detail onderzocht. Er zijn zeker andere opties mogelijk. Zoals benutting van de vaarten.



Figuur 34: Casus Beilen.

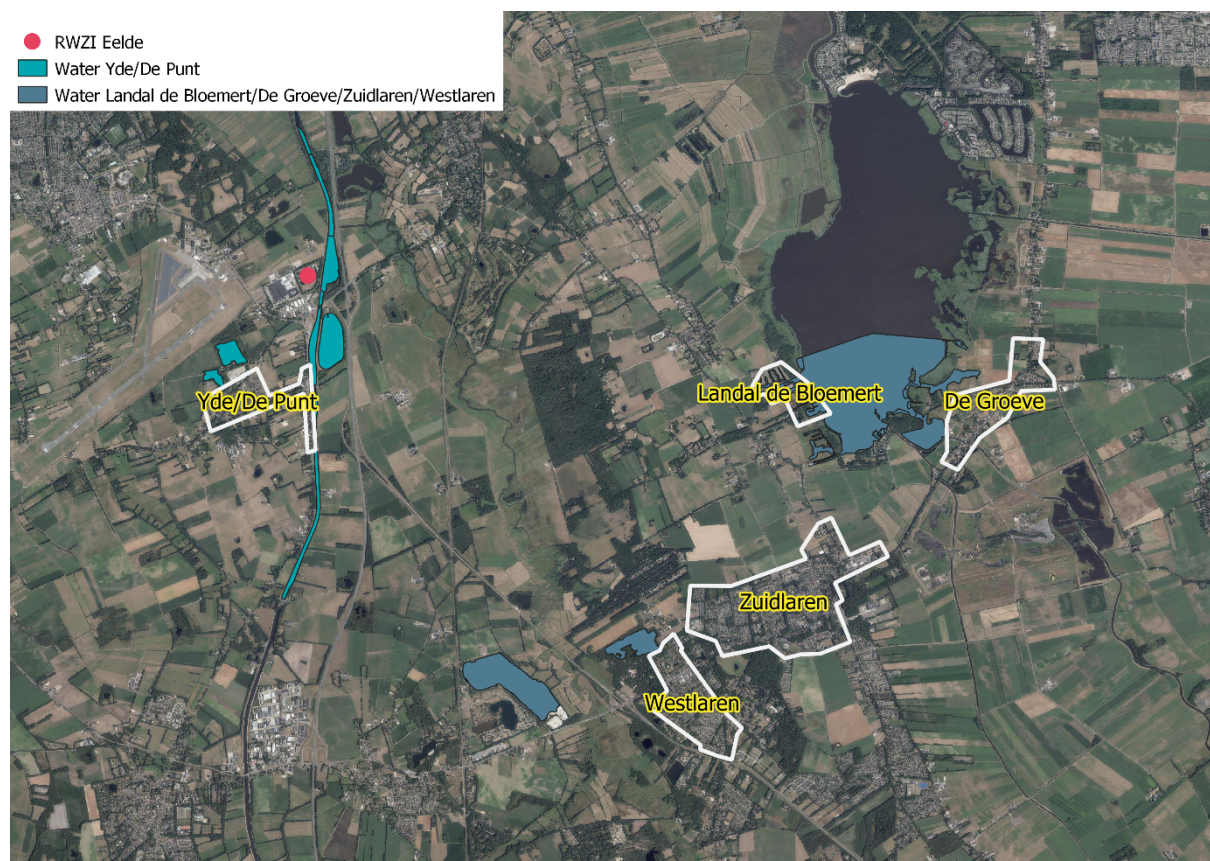
In dit scenario wordt met TEO aan 44,5% van de warmtevraag van het geselecteerde gebied in Beilen voldaan. Water wordt ingenomen aan de Beilerstroom, naar de technische ruimte geleid waar het wordt afgekoeld en vervolgens geloosd in de Brunstinger Plas. Het afgekoelde water stroomt via het aangesloten water terug naar de inlaat waardoor het wordt opgewarmd en koude kortsluiting wordt voorkomen. De belangrijkste kengetallen voor de businesscase Beilen zijn weergegeven in Tabel 6.

Kengetal	Waarde	Eenheid
Huidig aardgasgebruik	3.862.254	m ³ /jaar
Aantal aangesloten woningen	2.413	-
Warmtevraag	135.8	TJ/jaar
Investering per woning	20.593	€
BAK + onrendabele top per woning	3.149	€
Potentiële CO ₂ besparing	6.515	ton/jaar

Tabel 6: Kengetallen businesscase Beilen.

4.3.3. Gemeente Tynaarlo

Voor de gemeente Tynaarlo zijn een aantal clusters bekeken: Yde/De Punt, Vakantiepark Landal de Bloemert, De Groeve, Zuidlaren en Westlaren. Yde/De Punt ligt aan het Noord-Willemskanaal en er liggen een aantal plassen. De andere clusters samen kunnen gebruik maken van het Zuidlaardermeer en een tweetal plassen naast Westlaren. Ook is de RWZI Eelde een potentiële bron. Figuur 35 geeft de casusgebieden, potentiële TEO-wateren en de RWZI weer.



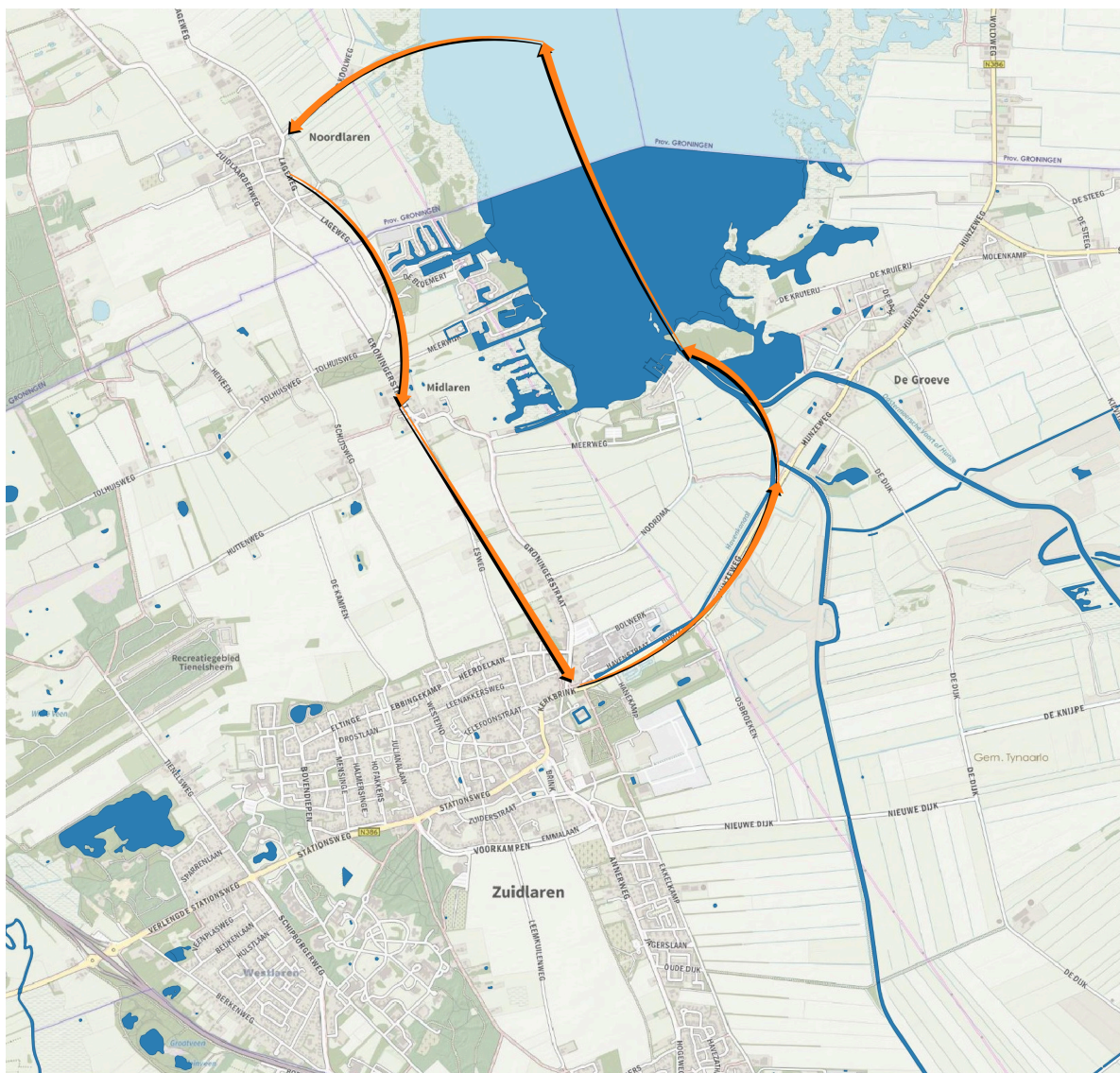
Figuur 35: Gemeente Tynaarlo.

Yde/De Punt heeft een warmtevraag van 23,8 TJ/jaar. De plassen en het Noord-Willemskanaal hebben een potentie van 114 TJ/jaar; op zich is dit ruim voldoende om aan de warmtevraag te voldoen. Het is echter niet duidelijk of het ook efficiënt kan worden aangesloten. Wanneer het allemaal stilstaande wateren zijn kan dit financieel nog tegenvallen door de grote benodigde lengte aan TEO-leiding. De RWZI Eelde heeft nog eens een potentie van ten minste 135 TJ/jaar. Gegevens van de RWZI Eelde zijn weergegeven in Figuur 36. De RWZI ligt echter vrij ver weg voor de grootte van de kern.

Technische potentie - directe levering (GJ/jaar)	134.707
Waterschap	Waterschap Hunze en Aa's
Technische potentie - met WKO (GJ/jaar)	174.540
Economische potentie - directe levering (GJ/jaar)	47.203
Economische potentie - met WKO (GJ/jaar)	39.849
Effluent debiet winter (m3/dag)	22.880
Effluent debiet zomer (m3/dag)	22.880
Temperatuur winter	0,00
Temperatuur zomer	0,00

Figuur 36: Gegevens RWZI Eelde.

Landal de Bloemert, De Groeve, Zuidlaren en Westlaren hebben een gezamenlijke warmtevraag van 207 TJ/jaar. Eventueel kan gebruik worden gemaakt van het Zuidlaardermeer door een circulatie te creëren zoals te zien in Figuur 37. Bij Noordlaren loopt een kanaaltje naar het meer, hier hoeft geen leiding gelegd te worden. Hier zou warm water ingenomen kunnen worden. Wanneer er een warmtenet in Noordlaren is kunnen eerst de WKO's bij dit net worden geregenereerd. Vervolgens stroomt het water door een leiding langs de Bloemert en Midlaren naar Zuidlaren. Bij elk bebouwingscluster kan een WKO geregenereerd worden. De koude wordt vervolgens in Zuidlaren op het kanaal geloosd waardoor geen leiding terug naar het meer hoeft te worden gelegd. Het inname punt zou ook bij de Bloemert in de haven kunnen liggen. Bovenstaande ideeën zijn niet financieel nagerekend, maar er zijn mogelijkheden om relatief veel TEO-capaciteit te benutten met weinig leidinglengte.

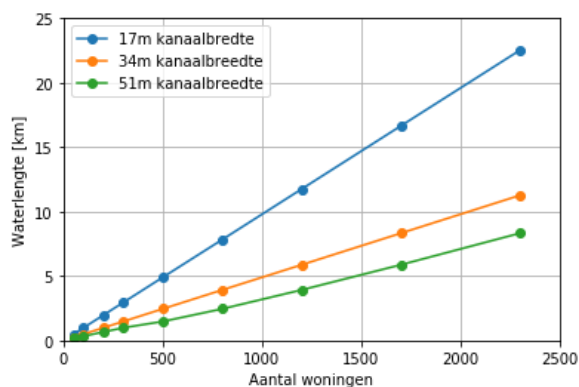


Figuur 37, schets van watercirculatie voor TEO-toepassing rond de Laren.

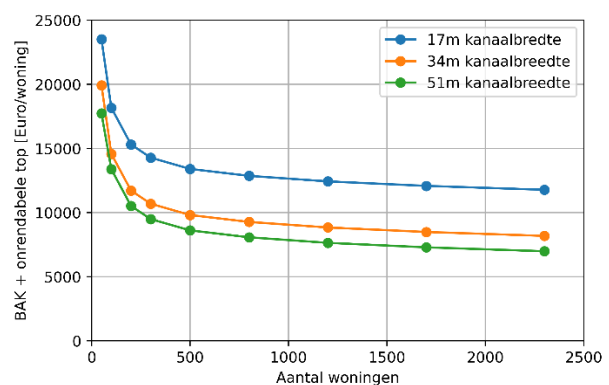
5. Samenvatting en Conclusies

5.1. INVLOED KANAALBREEDTE

De Drentsche Hoofdvaart is een relatief smal kanaal dat veelal stilstaat; zelfs in droge zomers wordt er weinig opgepompt. Hierdoor moeten de in- en uitlaat van de TEO-leiding ver uit elkaar liggen om koude korstsluiting te voorkomen. Het is interessant om inzicht te krijgen bij welke kanaalbreedte het interessant wordt om TEO als warmtebron in het warmtenet te gebruiken. Daarom is de Drentsche Hoofdvaart fictief verbreedt voor een theoretische businesscase gebaseerd op het dorp Smilde. De resultaten, benodigde waterlengte en onrendabele top, zijn weergegeven in de figuren 38 en 39.



Figuur 38: Benodigde waterlengte voor fictief Smilde als Functie van het aantal woningen en de kanaalbreedte.

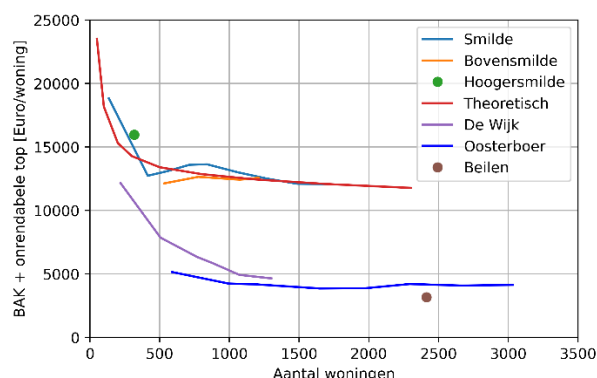


Figuur 39: Bijdrage aansluitkosten + onrendabele top voor fictief Smilde als functie van het aantal woningen en de kanaalbreedte.

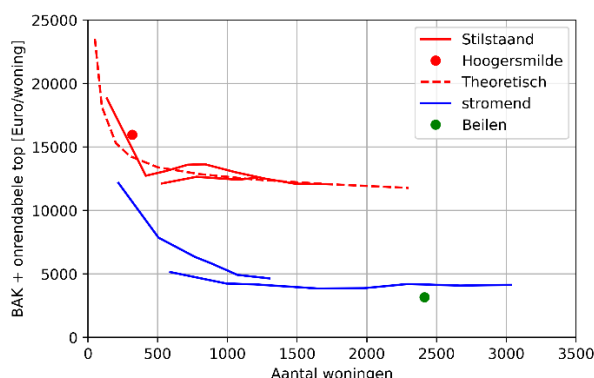
Bij een breder kanaal daalt voor dezelfde warmtevraag de benodigde kanaallengte (waterlengte). Hierdoor neemt de lengte van de TEO-leiding af waardoor de investeringskosten dalen. Hierdoor dalen de BAK + onrendabele top; het project wordt financieel aantrekkelijker. Maar zelfs bij 51 m kanaalbreedte is de onrendabele top nog ver boven het niveau van De Wijk en Oosterboer (stromend water), zie ook Figuur 41.

5.2. INVLOED STROMING

Om een goed beeld te krijgen hoe de business cases zich tot elkaar verhouden is de onrendabele top per businesscase geplot in Figuur 40. Daarna zijn de business cases gegroepeerd voor stilstaand en stromend water als in Figuur 41.



Figuur 40: Bijdrage aansluitkosten + onrendabele top voor uitgevoerde businesscases.



Figuur 41: Bijdrage aansluitkosten + onrendabele top gegroepeerd voor stilstaand versus stromend water.

De casussen met stilstaand water hebben een hogere onrendabele top dan de casussen met stromend water. Figuren 40 en 41 laten zien dat stromend water over het algemeen een gunstigere business case oplevert. Beilen is een uitzonderlijk geval omdat het stilstaande water op een gunstige manier aangesloten kan worden. Met een relatief korte TEO-leiding kan een vrij groot wateroppervlak aangesloten worden. Iets dergelijks is bij Zuidlaren ook te verwachten.

5.3. FINANCIËLE HAALBAARHEID

Tabel 7 geeft een overzicht van de TEO-potentie, investering per woning en BAK + onrendabele top per woning voor de onderzochte casussen.

Casus	TEO-potentie [%]	Investering per woning [Euro]	BAK + onrendabele top per woning [Euro]
PAW Assen	100%	Nvt	Nvt
Kloosterveen	Ca. 50%	Nvt	Nvt
Bovensmilde	Ca. 30%	Ca. 28.000	Ca. 13.000
Smilde	Ca. 25%	Ca. 28.000	Ca. 13.000
Hoogersmilde	100%	Ca. 32.000	Ca. 16.000
De Wijk	100%	Ca. 21.000	Ca. 5.000
Meppel - Oosterboer	100%	Ca. 19.000	Ca. 5.000
Hoogeveen	Aanzienlijk	Nvt	Nvt
Emmen – Rietplas en Park Sandur	100%	Nvt	Nvt
Beilen	Ca. 45%	Ca. 21.000	Ca. 3.000
Gemeente Tynaarlo	100%	Nvt	Nvt

Tabel 7: Overzicht casussen met TEO-potentie, investering per woning en BAK + onrendabele top per woning. Nvt wil zeggen dat er geen business case is opgesteld.

De bekeken projecten hebben een BAK + onrendabele top tussen de krap 5.000 en ruim 12.000 euro. De vraag is of dit kostenniveau redelijk is voor het doel en draagbaar voor de bewoners en de maatschappij. De BAK, de Bijdrage Aansluitkosten, zou in principe gedragen moeten worden door de bewoner of verhuurder. Wat een redelijke en draagbare BAK is hangt af van de omstandigheden, in lage-inkomenswijken is een BAK van 1.500,- euro soms al een opgave. Elders kan een paar duizend euro haalbaar zijn. Met de gehanteerde kosten

voor warmte en vastrecht zijn de kosten voor de afnemer niet lager dan voor gas². De BAK wordt in de voorgestelde business cases dus niet terugverdiend. In de praktijk kan men kiezen de kosten voor de gebruiker zo vast te stellen dat dit wel het geval is. Wanneer dezelfde business cases zouden worden doorgerekend met lagere warmtekosten om concurrerend te zijn met gas, leidt dit tot lagere maandlasten en zou de BAK of onrendabele top hoger kunnen uitvallen. Wanneer we voor de BAK ca. 2.000 euro,- rekenen komen we op een onrendabele top tussen de 2.500 euro en ca. 10.000 euro. Wij vinden 2.500 euro vrij laag, 10.000 is een serieus bedrag, maar kan nog steeds redelijk zijn. Voor 10.000 euro kan een woning maar beperkt geïsoleerd worden. De investering om met lage-temperatuur lucht/water warmtepompen te kunnen verwarmen valt vaak hoger uit door de kosten van de isolatie en het vergroten van de afgiftecapaciteit van de warmtepompen voor warmte. Bij een midden-temperatuur warmtenet kan het isoleren worden beperkt tot het laaghangende fruit: die maatregelen die veel winst opleveren (energetisch en financieel). Vergroting van de afgiftecapaciteit is meestal niet nodig. We willen daarom bij een som van BAK en onrendabele top van 15.000 euro niet meteen concluderen dat er niets kan. Wel is het onwaarschijnlijk dat een projectontwikkelaar in de rij staat om het te ontwikkelen. In De Wijk, Beilen en Oosterboer is het wellicht wel financieel aantrekkelijk voor een ontwikkelaar en kan een commerciële partij de ontwikkeling doen.

5.4. CONCLUSIES

5.4.1. Algemeen

- Gegeven de randvoorwaarden voor de minimale temperatuur (12 à 15 graden) en de maximale temperatuurdaling (ca. 3 graden) van het oppervlaktewater blijken de afstanden tussen de in- en uitlaat van een TEO-installatie bij smal stilstaand water erg snel toe te nemen. De Drentse vaarten die geen grote rol spelen in de (kunstmatige) aanvoer van water zijn daarom minder makkelijk te exploiteren voor warmte. De kosten vallen al snel hoog uit en de leiding trajecten worden in sommige gevallen onrealistisch lang ten opzichte van de hoeveelheid warmte die wordt gewonnen.
- Wanneer de vorm van het watersysteem gunstig is kan echter met weinig leidinglengte een groot oppervlak worden ontsloten waardoor het niet altijd een bezwaar is dat het water stil staat of zwak stroomt. Zie de voorbeelden van Beilen en het Zuidlaardermeer.
- Stromende wateren zijn praktisch en financieel makkelijker te exploiteren omdat de in- en uitlaat dichtbij elkaar kunnen worden geplaatst.

De conclusies zijn gebaseerd op data van twee jaren die volgens het waterschap en de provincie karakteristiek zijn. Het verdient wel een sterke aanbeveling hier niet blind op te varen en een statistisch verdeling op te stellen van de kans dat een bepaalde TEO-capaciteit optreedt. Hiervoor moeten veel meer jaren bekeken worden. Daarmee wordt ook duidelijk hoe groot de kans is dat een bepaalde benodigde capaciteit niet kan worden betrokken, of dat het water te ver wordt afgekoeld.

5.4.2. Per casus: Drentsche Hoofdvaart

Proeftuin Aardgasvrijewijk Assen

Het water rondom De Larijs, de vaart richting centrum en de Willemsvaart Noord heeft voldoende TEO-capaciteit om de proeftuin, een deel van de wijk Larijs-West van warmte te voorzien. Het water stroomt

² Met de tarieven van 2021 is de prijs voor warmte inmiddels lager dan de prijs voor gas.

weinig, maar er is voldoende oppervlakte. Momenteel wordt onderzocht of er een haalbare business case is voor deze wijk. Deze casus is daarom hier financieel niet onderzocht.

Kloosterveen

Er is technische gezien een redelijk aanbod aan TEO-capaciteit, wel zijn vrij grote leidinglengten nodig om deze effectief te ontsluiten. We denken dat er kansen zijn om een deel van de wijk te verwarmen op basis van TEO.

Bovensmilde

Wanneer er geen rek zit in de TEO-capaciteit van de DHV is het financieel niet heel makkelijk om TEO te ontwikkelen. Met rek op de TEO-capaciteit bedoelen we dat eventueel een groter temperatuurverschil toegelaten zou kunnen worden, of dat de stroming eventueel toe zou nemen in verband met bestrijding van droogte. Tussen de naburige kernen Smilde en Kloosterveen ligt 6 km kanaal, wanneer we daarvan 50% gebruiken is er potentie voor ca. 1/3 van het dorp (400 woningen).

Smilde

Wanneer Smilde de TEO-capaciteit van het kanaal eerlijk deelt met Hoogersmilde en Bovensmilde is er 4,5 km kanaal beschikbaar voor Smilde. Dit is genoeg capaciteit voor ca. 25% van het dorp, minder dan 500 woningen. Figuur 41 liet zien dat projecten kleiner dan ca. 500 woningen relatief duur uitvallen. Het project zal dus financieel lastig uitpakken en lijkt niet interessant te zijn voor een commerciële partij.

Hoogersmilde

Hoogersmilde is qua conclusies vergelijkbaar met Bovensmilde en Smilde, het lijkt financieel niet aantrekkelijk tenzij er nog ruimte zit in de TEO-capaciteit. Op zich is er voor deze kern wel voldoende potentie beschikbaar.

5.4.3. Per casus: Hoogeveense vaart

De Wijk en Meppel – Oosterboer

Voor deze kernen geldt dat er in principe voldoende capaciteit lijkt te zijn. We moeten hier wel een slag om de arm houden, er is een grote kans dat de capaciteit in de praktijk nog tegen zal vallen. Dit kan zijn door dat er slechts twee jaren bekeken zijn. Wanneer meer jaren bekeken worden kunnen er meer jaren met weinig debiet gevonden worden waardoor we moeten concluderen dat de capaciteit soms lager is. Ook kan de regelgeving rond het lozen van koude strikter uitvallen dan waar nu mee gerekend is. Verder moet er wel rekening gehouden worden met de interferentie tussen deze twee. Wanneer Oosterboer veel warmte onttrekt kan het zijn dat dit bij De Wijk nog niet helemaal is opgewarmd (let op: zoals in hoofdstuk 3 beschreven stroomt het water in de zomer in tegengestelde richting, dus ligt Oosterboer stroomopwaarts van De Wijk.). Financieel zijn deze casussen gunstiger dan aan de Drentsche Hoofdvaart. We komen voor deze businesscase op een lage BAK + onrendabele top.

Hoogeveen

Er is in Hoogeveen een grote potentie voor TEO, het kan in een aantal wijken worden toegepast. Het is financieel niet doorgerekend, maar we verwachten in grote lijnen een vergelijkbaar resultaat met De Wijk of Oosterboer.

5.4.4. Overige casussen

Emmen – Rietplas en Park Sandur

De Rietplas heeft een groot oppervlak, deze plas kan zeker goed benut worden. Maar wanneer de temperatuurgrenzen streng bewaakt worden zal de capaciteit onvoldoende zijn voor de wijk en het park. Echter, in combinatie met het RWZI en het aangrenzende kanaal is er voldoende capaciteit om een groot warmtenet te ontwikkelen.

Beilen

Beilen lijkt op het eerste gezicht alleen een aantal relatief kleine en zwak stromende wateren en plassen te hebben, maar wanneer deze inderdaad gunstig met elkaar verbonden zijn is er misschien toch een mogelijkheid hier gebruik van te maken zonder al te veel leidingen te hoeven leggen. Overleg met het waterschap over een dergelijke optie is aan te bevelen. Delen van Beilen kennen een vrij grote warmtevraag per woning wat gunstig is voor de business case van de exploitant. Naast TEO is er ook restwarmte van FrieslandCampina. Dit bedrijf staat ook open voor gebruik van deze warmte. Wel zal de hoeveelheid restwarmte de komende jaren waarschijnlijk afnemen door modernisering. Er blijft zolang FrieslandCampina produceert in Beilen wel restwarmte over. Daarnaast zijn er mogelijk nog andere restwarmte bronnen.

Gemeente Tynaarlo

De Groeve en De Bloemert liggen direct aan een geschikte bron, daar bepalen alleen de gebruikelijke factoren en risico's of een warmtenet succesvol kan worden. Noord- en Zuidlaren liggen wat verder van het water, maar ook hier kan met het beschreven voorstel waarschijnlijk relatief betaalbaar voor TEO-capaciteit worden gezorgd. Westlaren zou hier wellicht ook van kunnen profiteren wanneer het net uit Zuidlaren wordt doorgetrokken. Voor Yde/De Punt is er technische wel capaciteit, maar is het nog onduidelijk of deze ook financieel gezien efficiënt te ontsluiten is.



Energie voor het landschap