

UITKOMSTEN QUICKSCAN HAALBAARHEIDSSSTUDIE VENENWIJK AARDGASVRIJ

12 MAART 2020

Contactpersoon

MICHIEL GOOSSENSSEN

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel analyse en onderzoeksvragen	5
1.3	Uitgangspunten	6
1.4	Leeswijzer	6
2	WERKWIJZE	7
2.1	Van opgave naar oplossingen	7
2.2	Beoordeling van alternatieven	7
2.3	Technische en financiële haalbaarheid	8
3	REFERENTIESITUATIE	11
3.1	Huidige situatie	11
3.2	Warmtevraag	11
3.3	Referentiealternatief gebruik aardgas	13
4	KANSRIJKE CONFIGURATIES	16
4.1	Beoordeling oplossingen	16
4.2	Samenstelling kansrijke configuraties	16
4.3	Niet kansrijke configuraties	17
4.4	Vergelijking kansrijke configuraties met referentiealternatief	18
4.4.1	Resultaten Monte Carlo simulaties	18
4.4.2	Resultaten verdeeld naar kostensoort	19
4.5	Conclusie en vervolg	20
4.6	Vervolg	21
5	UITWERKING KANSRIJKE CONCEPTEN	22
5.1	Zon + HoCoSto	22
5.2	Zon + WKO	26
5.3	Lucht WP + WKO	29
5.4	Lucht WP klein	33

5.5	Lucht WP + postcoderoos	35
5.5.1	Kansen voor collectieve PV-installatie	36
6	AFGEVALLEN OPLOSSINGSRICHTINGEN	39
6.1	Opwekking	39
6.1.1	Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)	39
6.1.2	Warmtewinning uit wegdek	42
6.1.3	Geothermie	43
6.1.4	Industriële restwarmte	44
6.2	Opslag	45
6.2.1	Borehole Thermal Energy Storage (BTES)	45
6.2.2	Ecovat	47
BIJLAGE 1 JURIDISCHE, BELEIDSMATIGE EN ORGANISATORISCHE AANDACHTSPUNTEN		49
BIJLAGE 2 LIJST MET VERKLARENDE AFKORTINGEN		50
BIJLAGE 2 GEBRUIKTE BRONNEN		51
COLOFON		52

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Alle 12.000 wijken in Nederland zijn in 2050 aardgasvrij. Dat is bepaald in het Klimaatakkoord dat eerder dit jaar getekend is. Om dit doel te halen is op lokaal niveau veel actie van overheid, bedrijven en burgers vereist: er moeten werkbare en betaalbare concepten voor duurzaam verwarmde woningen ontwikkeld worden, er moet draagvlak gecreëerd worden in de buurt, en de transitie van iedere wijk is maatwerk.

Onderzoek naar duurzame alternatieven om woningen en tapwater te verwarmen ontbreekt nog grotendeels. Een veelgehoord argument is dat woonwijken eerst grootschalig geïsoleerd moeten worden, voordat verduurzaming van de energievoorziening kansrijk is. Deze denkwijze stuit echter op een belangrijk obstakel: isolatiemaatregelen zijn duur en veel mensen zien de noodzaak van de verduurzaming van hun woning niet in. Bovendien valt er in huizen met goede energielabels relatief weinig extra te winnen en zijn daardoor de kosten van dergelijke besparingsmaatregelen nog hoger.

Een andere benadering is om in te zetten op een centrale, duurzaam opgewekte warmtevoorziening in de wijk. Dit voorkomt dat wijkbewoners eerst massaal moeten isoleren. Mogelijke systemen zijn verkend door de initiatiefnemers Venenwijk Energie(k) Anders; de technische en financiële haalbaarheid leek voorzichtig positief en daarop heeft de initiatiefgroep gemeente Westland bereid gevonden om de start van een haalbaarheidsstudie te financieren. Parallel hieraan is door provincie Zuid-Holland een subsidie verstrekt om aanvullende verkenningen binnen de haalbaarheidsstudie uit te voeren. In de vervolgfase van de haalbaarheidsstudie wordt naast de technische en financiële haalbaarheid ook gekeken naar andere aspecten zoals juridische belemmeringen, de mogelijkheid om aan te haken bij onderhoudswerkzaamheden in de wijk, financieringsmodellen, etc. Na een meervoudig onderhandse uitvraag is deze opdracht aan Arcadis gegund. Voor u ligt dan ook de rapportage die de eerste fase (de haalbaarheidsstudie) beschrijft. Het project wordt gefaseerd uitgevoerd en start met een QuickScan. Hierin zijn de aannames en berekeningen achter de gekozen oplossingsrichtingen vanuit de initiatiefgroep Venenwijk Energie(k) Anders getoetst door specialisten van Arcadis. Aanvullend op deze oplossingsrichtingen zijn andere, mogelijk relevante, oplossingen toegevoegd.

Een eerste schifting van de meest kansrijke concepten voor opwekking en opslag van warmte vond plaats op basis van het opgestelde beoordelingskader. Uit de overblijvende oplossingen zijn configuraties voor opwekking en opslag gemaakt; deze zijn vervolgens beoordeeld en onderling vergeleken op financiële en technische haalbaarheid. Dit rapport beschrijft de resultaten van deze QuickScan, en biedt de initiatiefgroep handvatten om het project alleen door te laten gaan naar de volgende fase, waarin de gekozen oplossingsrichtingen verder in groter detail uitgewerkt gaan worden, als er een reële kans lijkt op succes.

1.2 Doel analyse en onderzoeksvragen

De hoofdvragen van de haalbaarheidsstudie zijn de volgende:

1. Technische haalbaarheid
Is het voorstel technisch haalbaar (te maken) binnen de gestelde randvoorwaarden?
2. Optimale combinatie voor Venenwijk
Welke is de optimale configuratie van de oplossing (op basis van een doorrekening van de belangrijkste kenmerken van de diverse onderdelen los en in hun onderling verband)?
3. Financiële haalbaarheid
Is het voorstel financieel haalbaar; een globale businesscase waarin een inschatting moet worden gemaakt of de totale baten door het vervallen van de huidige gas-gebaseerde situatie plus eventueel inbare subsidies opwegen tegen de levering, integratie, exploitatie en beheerkosten van de nieuwe situatie over een zichtperiode van 30 jaar?

1.3 Uitgangspunten

Uitgangspunten van de initiatiefgroep “Venenwijk Energie(k) Anders” voor de verkenning naar oplossingen waarmee de Venenwijk aardgasvrij gemaakt kan worden, zijn de volgende:

1. Er wordt een collectief, gasloos systeem aangelegd voor de verwarming van de wijk.
2. Om het draagvlak onder de woningeigenaren zo groot mogelijk te krijgen moeten de werkzaamheden binnen de woningen worden beperkt tot een absoluut minimum.
3. De totale kosten voor verwarming en tapwater voor bewoners mogen niet hoger uitvallen dan bij de huidige gas-gebaseerde situatie: kosten voor aansluiting, verbruik, onderhoud, vaste kosten en onderhoud en afschrijving van de huidige CV en warmwater installatie over een periode van 30 jaar.

1.4 Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is zodanig dat de resultaten door de lezer afgepeld kunnen worden. De eerste vier hoofdstukken beschrijven achtereenvolgens de aanleiding voor het project, de gevolgde werkwijze, de huidige situatie en het alternatief/nulscenario, gezet naast de verschillende scenario's/alternatieven. Vervolgens worden de conclusies van deze fase van de haalbaarheidsstudie gepresenteerd. In hoofdstuk 5, is per configuratie een beschrijving van het concept, de energiestromen en de kostenraming opgenomen als nadere onderbouwing. In hoofdstuk 6 is een onderbouwing van de oplossingsrichtingen die afgefallen zijn op basis van het beoordelingskader opgenomen. Tot slot zijn in de bijlagen I t/m III respectievelijk de resultaten van een eerste scan op de juridische, beleidsmatige en organisatorische haalbaarheid opgenomen, evenals een verklarende lijst van afkortingen en een lijst met gebruikte bronnen.

2 WERKWIJZE

2.1 Van opgave naar oplossingen

De haalbaarheidsstudie naar de mogelijke oplossingen voor het gasloos maken van de Venenwijk komt tot een weloverwogen keuze voor een voorkeursalternatief. Deze QuickScan vormt de eerste stap van dit proces. De basis voor de QuickScan wordt gevormd door de uitkomsten van de voorstudie van de initiatiefgroep “Venenwijk Energie(k) Anders”. Geïnterviewde oplossingen in deze voorstudie zijn aangevuld met alternatieve methoden voor de opwekking en opslag van warmte. Het totale scala aan oplossingen is getoetst op technische, financiële en juridische haalbaarheid op kengetallenniveau.

Niet iedere oplossing is even ver doorgerekend; van enkele oplossingen blijkt bij een eerste berekening van kosten of technische haalbaarheid al dat een veel grotere investering vereist is dan mogelijk om nog tot een positieve business case te komen of dat de oplossing geen substantiële bijdrage kan leveren aan het invullen van de jaarlijkse warmtevraag van de Venenwijk. Op basis hiervan is een eerste schifting van kansrijke oplossingen gemaakt; de onderbouwing van afgevalen oplossingen staat beschreven in hoofdstuk 6. De wijze waarop gekomen is tot de technische en financiële haalbaarheid van de kansrijke oplossingen staat beschreven in hoofdstuk 6.

2.2 Beoordeling van alternatieven

Om de verschillende alternatieven transparant en navolgbaar tegen elkaar af te wegen, is gekozen om de afweging te maken aan de hand van een beoordelingskader. Dit kader staat beschreven in Tabel 1 en bevat een zestal criteria. De beoordeling vindt plaats op basis van een driepuntsschaal bestaande uit positief, neutraal en negatief.

Tabel 1 Het beoordelingskader dat gehanteerd is om de verschillende oplossingen te beoordelen op kansrijkheid

Beoordelingscriterium	Toelichting
Techniek	Hier wordt beoordeeld of de oplossing technisch (als voldoende) haalbaar kan worden ingeschat.
Zelfstandigheid	Hier wordt beoordeeld of het schaalniveau van de oplossing aansluit bij de warmtevraag van de Venenwijk. Kan er voldoende warmte opgewekt of opgeslagen worden om een substantiële bijdrage te leveren aan de totaaloplossing? En andersom: kan het initiatief van de Venenwijk de oplossing zelfstandig initiëren en uitvoeren?
Betaalbaarheid	Hier wordt beoordeeld of de oplossing kan leiden tot een business case waarin de totale kosten over de zichtperiode van 30 jaar vergelijkbaar of lager zijn dan die in het referentiealternatief.
Bewezen technologie	Hier wordt beoordeeld of de oplossing een bewezen concept is dat elders al veelvuldig toegepast wordt. Bij minder vertrouwde oplossingen zijn grotere onzekerheden omtrent kosten en warmtepotentie. Bovendien kunnen deze oplossingen naar verwachting op minder draagvlak in de wijk rekenen.
Ruimte	Hier wordt beoordeeld hoeveel ruimte de oplossing boven en/of ondergronds vraagt ten opzichte van de beschikbare ruimte in en om de Venenwijk.
CO₂-reductie	Hier wordt beoordeeld in welke mate de oplossing bijdraagt aan het verminderen van CO ₂ -uitstoot van de Venenwijk.

2.3 Technische en financiële haalbaarheid

Voor alle oplossingsrichtingen die in dit rapport beschreven zijn, zijn analyses van de technische en financiële haalbaarheid gedaan. Leidende vragen hierbij waren altijd of de oplossing in voldoende mate bij kan dragen aan de opgave in de Venenwijk en of de oplossing op financieel vlak kan concurreren met de nulsituatie waarin gas gebruikt blijft worden. Daarbij werd steeds getoetst aan de zes criteria die in Tabel 1 beschreven zijn. Niet alle oplossingen zijn dus even ver uitgewerkt; van sommige oplossingen bleek bij de inschattingen tijdens de analyse al snel dat ze technisch of financieel te slecht scoorden om het waard te zijn verder uit te werken.

Om de vergelijking met het nulsценario te kunnen maken, zijn eerst de warmtevraag van de Venenwijk en de kosten van het gebruik van aardgas gedurende de zichtperiode van 30 jaar bepaald. Een onderbouwing van deze analyses is te vinden in paragraaf 3.2 en 3.3.

Voor de oplossingen die in deze fase van de studie afvallen op basis van het opgestelde beoordelingskader is de onderbouwing beschreven in de betreffende paragraaf. Na deze eerste selectieronde zijn configuraties samengesteld uit de overblijvende oplossingen voor opwekking en opslag van warmte. Voor deze configuraties zijn steeds de volgende analyses uitgevoerd:

- **Opstellen Sankey diagrammen** - er is een Sankey diagram opgesteld waarmee inzicht gegeven wordt in de energiestromen van het scenario. Dit zijn de opwekking en opslag van warmte, de directe afname en voeding aan het warmtenet, en de energieverliezen in iedere stap. Op deze wijze kan voor iedere configuratie worden teruggerekend wat de benodigde opgewekte energie is. Dit vormt de basis van de kostenraming en verdere stappen in de uitwerking;
- **Studie naar kengetallen** - de kostenraming van de configuraties is, passend bij de fase van de haalbaarheidsstudie, op kentallenniveau uitgevoerd. Voor de raming is eerst een analyse uitgevoerd naar de hoogte van de verschillende kentallen. Bronnen zijn rapporten van vergelijkbare projecten, informatie afkomstig van leveranciers en expert judgement. Hierbij was het werk dat de initiatiefgroep in de eerdere fasen verzette van grote waarde. Waar mogelijk en nodig is dit aangevuld vanuit Arcadis bekende bronnen. Een vergelijking met de belangrijkste kentallen die gehanteerd worden in het ruimtelijk energiemodel Vesta, zoals gebruikt door veel gemeenten, is gegeven in Tabel 2.
- **Monte Carlo simulaties** - daadwerkelijke kostenramingen zijn probabilistisch uitgevoerd. Dit betekent dat er voor iedere configuratie (inclusief het nulsценario) een Monte Carlo simulatie is gedaan. Een Monte Carlo simulatie is een simulatietechniek waarbij een proces/inschatting niet één keer maar vele malen wordt gesimuleerd, elke keer met andere startcondities. Het resultaat van deze simulaties is een verdelingsfunctie die het hele gebied van mogelijke uitkomsten weergeeft, in dit geval oplossingen. Op basis hiervan is de bandbreedte voor een aantal kostenposten bepaald. Deze bandbreedtes zijn gebruikt om voor iedere configuratie 10.000 simulaties van de kostenraming te maken, waarbij volgens een driehoeksverdeling getallen binnen de bandbreedte voor iedere parameter werden gecombineerd. Tezamen vormen deze simulaties een betrouwbare weergave van de kans op de totale levensduurkosten van een configuratie. De resultaten zijn weergegeven aan de hand van de P15, P50 en P85 getallen. Het P15 getal hoort bijvoorbeeld bij de kosten waar een kans van 15% op is dat ze lager uitvallen.
- **Weergeven van onzekerheid** - reden voor probabilistisch kostenramen is de grote onzekerheid in de aangenomen getallen. Deze onzekerheid is op te splitsen in twee categorieën: ten eerste is er de onzekerheid die samenhangt met de inschatting van de investerings- en exploitatiekosten van een oplossing. Deze onzekerheidsmarge kan worden verkleind door het ontwerp in een later stadium verder uit te werken. De tweede categorie is echter inherent onzeker. Deze betreft namelijk toekomstonzekerheden: de prijs van elektriciteit en gas en de ontwikkeling van rentepercentages op duurzame leningen. Deze onzekerheid kan op dit moment niet verkleind worden, daar het gaat om toekomstonzekerheden. Om inzicht te geven in de gevoeligheid van iedere probabilistische kostenraming is per configuratie aangegeven welke factoren het meest bijdragen aan de variantie tussen de P15 en de P85 raming.

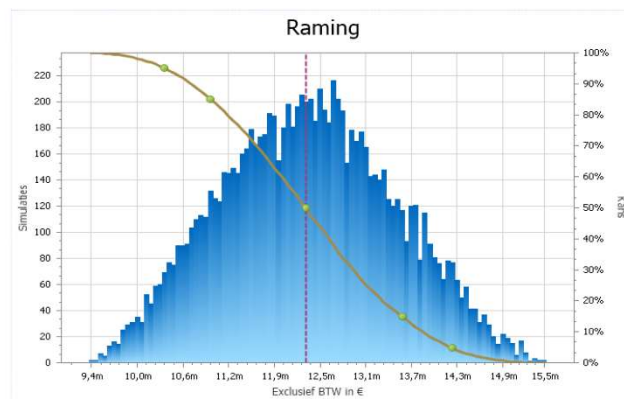
10.000 keer begroten, de Monte Carlo methode nader toegelicht.

Het ramen van kosten is afhankelijk van de kostenramer. De een schat een prijs gunstiger in dan de ander. De kans is klein dat alles heel negatief uitvalt, of juist heel positief. Waarschijnlijker is dat meevallers en tegenvallers elkaar (gedeeltelijk) compenseren.

Om al deze onzekerheden een plaats te kunnen geven in de kostenoverzichten is een zogenoemde Monte Carlo simulatie uitgevoerd. Hiervoor hebben we gebruik gemaakt van de SSK-systematiek, die Arcadis gebruikt bij het ramen van infrastructuurprojecten.

Deze begrotingssystematiek is primair bedoeld voor het ramen van bouwkosten, voor deze QuickScan hebben we de methode gebruikt voor het bepalen van de kosten over een periode van 30 jaar.

Het resultaat van 10.000 simulaties geven een kansverdeling als in de figuur rechts.



Abbeelding 1. Kansdichtheidsfunctie en kansverdelingsfunctie van de investeringskosten

Onderstaande tabel geeft een overzicht van alle kentallen die een rol spelen in de analyses die moeten leiden naar de selectie van realistische oplossingsrichtingen om de Venenwijk gasloos te maken. In de tabel is steeds de berekening en/of inschatting vanuit het Vesta MAIS model opgenomen ter vergelijking. Vesta MAIS, een ruimtelijk energiemodel ontwikkeld door het PBL, wordt veelal door overheden gebruikt om nationale scenario's door te rekenen voor de warmtetransitie. De mogelijke verschillen tussen het in deze studie gehanteerde kental en het Vesta MAIS model gehanteerde kental zijn opgenomen in de meest rechter kolom per kental.

Tabel 2 De gehanteerde waarde van belangrijke kentallen in de haalbaarheidsstudie en de waarde die gebruikt wordt in het VESTA MAIS model. Voor de kentallen is een toelichting gegeven.

Omschrijving kental	Vesta MAIS	Arcadis	Toelichting
Energiebehoefte in GJ	8.526 GJ	7.927 GJ	De waarde uit de Vesta MAIS berekening is een maximum, gebaseerd op het referentiejaar. Het maximum is nodig voor het bepalen van de grootte en de kosten van de hoofdcomponenten. Voor de berekening van energiebehoefte wordt een gemiddeld jaar gebruikt. In deze quickscan worden de waarden van 2018 gebruikt.
Pompenenergie warmtenet	0,9%	1%	Deze waarde komt overeen met een pomp, opvoerhoogte circa 2 bar bij een gemiddeld temperatuurverschil van 20K in het warmtenet.
Piekvermogen	1.200 kW	1.680 kW	Er is uitgegaan van 387 kW voor warmwater (zie paragraaf 3.2), dus 1300 kW voor verwarming. Het gemiddeld verwarmingsvermogen gedurende het stookseizoen ligt rond de 440 kW op een koude winterdag ligt dit ongeveer een factor 3 hoger. Vesta Mais is qua piekvermogen iets optimistischer dan wat wij gebruiken in deze studie. Dit heeft vooral invloed op de kosten van de hoofdcomponenten.

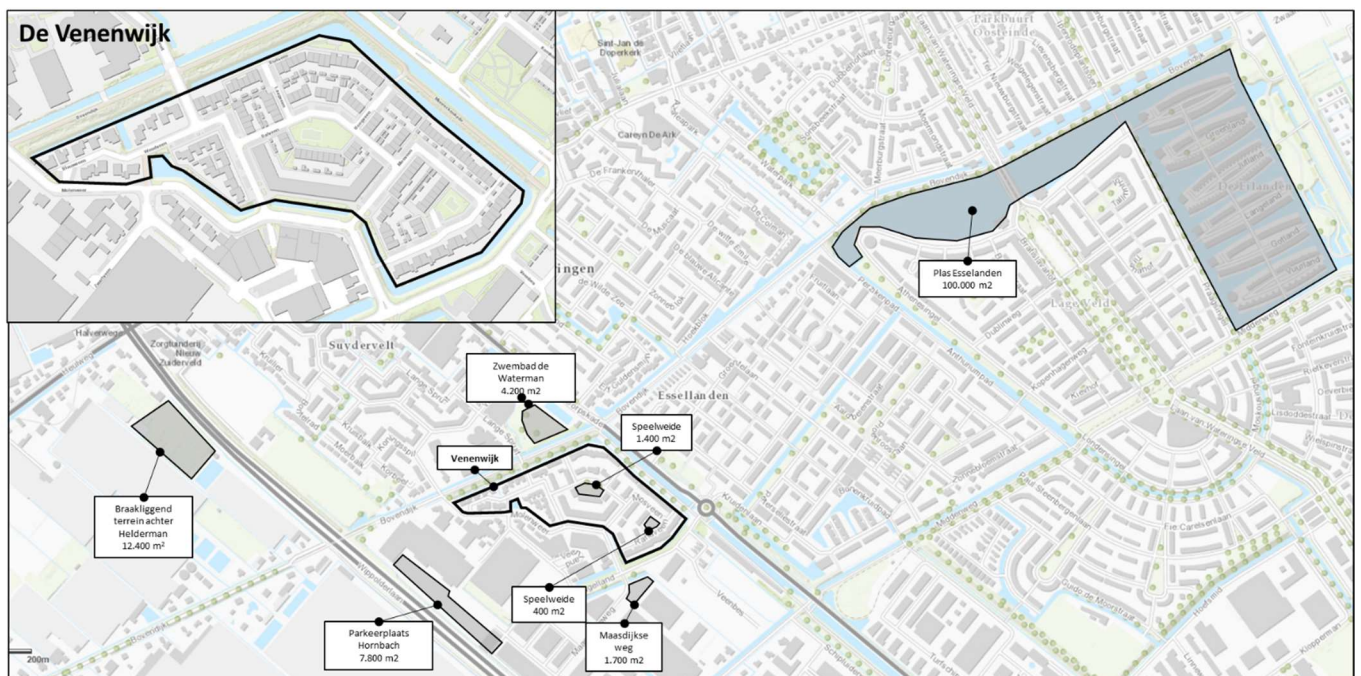
Omschrijving kental	Vesta MAIS	Arcadis	Toelichting
SPF Seizoensperformance factoren	diverse	3,00 4,00	Voor een hoogtemperatuur warmtepomp die gebruik maakt van de buitenlucht hanteren we een SPF of SCOP van 3,00. Zowel voor laagtemperatuur- als hoogtemperatuur warmtepompen die gebruik maken van een warmtebron hanteren we een SPF/SCOP van 4,00
Investeringskosten (totaal)	€ 3.800.000	meerdere opties beschreven	In deze studie zetten we diverse varianten naast elkaar. De variant met luchtwarmtepompen komt met een initiële investering van €4 mln het dichtst in de buurt van het bedrag uit de Vesta MAIS berekening. Voor de warmtepompen wordt in de financiële berekeningen uitgegaan van een vervanging na 15 jaar. Deze vervanging is als investeringskosten meegenomen in de ramingen.
Beheerkosten; Operate & Maintain	€ 90.000 per jaar (2,5 – 3,5% van investering)	€ 96.600 per jaar	€ 96.600 is 3,5% van de investering van € 2,76 mln, een kental vanuit de eerdere fasen zoals de initiatiefgroep dit hanteerde. Vanuit de Monte-Carlo simulatie hanteren we €96.600 als bovengrens met een ondergrens van € 67.620; 30% lager.
Verlies in leidingnet.	Piekverlies van 5% = 60 kW	1.400 GJ	Het verlies in het leidingnet is afhankelijk van de temperatuur in het leidingnet, de leidingisolatie en de temperatuur in de grond. Gedurende het jaar zal de grondtemperatuur enigszins variëren, voor de warmwaterbehoefte moet de temperatuur in het net altijd voldoende hoog zijn. 60 kW gedurende 8.760 uur x 3.600 seconden = 1.892 GJ. Dit is het piekverlies in de Vesta MAIS berekening. We hanteren een iets gunstiger waarde dan Vesta-Mais, de berekende verliezen zijn gebaseerd op een goed geïsoleerd leidingnet; een gemiddelde temperatuur in het net van 70°C en een bodemtemperatuur van circa 10°C.

3 REFERENTIESITUATIE

3.1 Huidige situatie

De Venenwijk is een woonwijk in Wieringen in gemeente Westland, bestaande uit 150 koop- en 90 huurwoningen. De koopwoningen zijn voornamelijk rijtjeshuizen, met enkele twee-onder-één-kap woningen en villa's. De huurwoningen bestaan voornamelijk uit appartementen in appartementencomplexen. De wijk is omstreeks 1985 aangelegd en de woningen hebben over het algemeen energielabel C of hoger. De woonhuizen maken voor verwarming van het interieur en het tapwater en voor koken grotendeels gebruik van aardgas.

De Venenwijk ligt aan de rand van het dorp Wieringen (Figuur 1). De 240 woningen zijn omsloten door een sloot, die bemalen wordt door boezemwater de Zweth, op ruim een kilometer afstand. Ten zuiden en oosten van de wijk ligt een bedrijventerrein met meerdere grote bedrijfspanden en -hallen. Het dorp Wieringen wordt onder andere ontsloten via de N211, die op enkele honderden meters ten zuiden van de Venenwijk loopt.



Figuur 1 De ligging van de Venenwijk, met potentiële locaties voor opwekking en/of opslag van warmte

3.2 Warmtevraag

De warmtevraag in de Venenwijk ligt ten grondslag aan alle technische en financiële berekeningen in deze haalbaarheidsstudie. Daarom zetten wij eerst uiteen hoe wij tot de gemiddelde jaarlijkse warmtevraag zijn gekomen en hoe de warmtevraag over het jaar verdeeld is.

Voor de berekening van de warmtevraag hebben wij enkel het gasverbruik in de 240 woonhuizen in de Venenwijk beschouwd. De bron van deze data is Westland Infra. De gegevens zijn beschikbaar per postcode en worden gerapporteerd als het standaard jaarverbruik (SJV). Door voor iedere postcode in de wijk het SJV te vermenigvuldigen met het aantal huishoudens, is het totale jaarverbruik voor de jaren 2014-2018 berekend. Het gasverbruik is omgerekend naar de totale warmtevraag middels de verbrandingswaarde van aardgas (31,65 MJ/m³) en een rendement van 95% van de CV-ketel. De resultaten staan in Tabel 3.

Op basis van dit verbruik kan de toekomstige warmtevraag bepaald worden. Aangenomen is dat 5% van de totale vraag gebruikt wordt voor koken. 20% wordt verbruikt voor warm tapwater en de overige 75% voor verwarming. Dit is een in Nederland algemeen aanvaarde verdeling en is vergelijkbaar met de verdeling die Milieucentraal hanteert. Voor de toekomstige warmtevraag wordt enkel warm tapwater en ruimteverwarming

meegenomen. Voor koken zullen de inwoners van de Venenwijk over moeten gaan op een elektrische oplossing, zoals inductie.

Tabel 3 Resultaten van de berekende gas- en warmtevraag voor de Venenwijk

	2014	2015	2016	2017	2018	NEN referentiejaar
Gasverbruik (m ³)	297.344	267.298	278.236	276.085	277.500	304.087
Gasverbruik per woning (m ³)	1.239	1.114	1.159	1.150	1.156	1.267
Totaal Gasverbruik (GJ)	8.940	8.037	8.366	8.301	8.344	9.143
Ruimteverwarming (GJ)	6.705	6.028	6.274	6.226	6.258	6.857
Tapwater (GJ)	1.788	1.607	1.673	1.660	1.669	1.669
Koken (GJ)	447	402	418	415	417	457
Totale warmtevraag woningen (GJ)	8.493	7.635	7.948	7.886	7.927	8.526
Verliezen warmtenet	1.499	1.347	1.403	1.392	1.399	1.505
Totale warmtevraag systeem	9.992	8.983	9.350	9.278	9.325	10.031
Graaddagen	1.711	1.985	2.100	1.967	2.004	2.196
GJ ruimteverwarming/graaddag	3,92	3,04	2,99	3,16	3,12	3,12

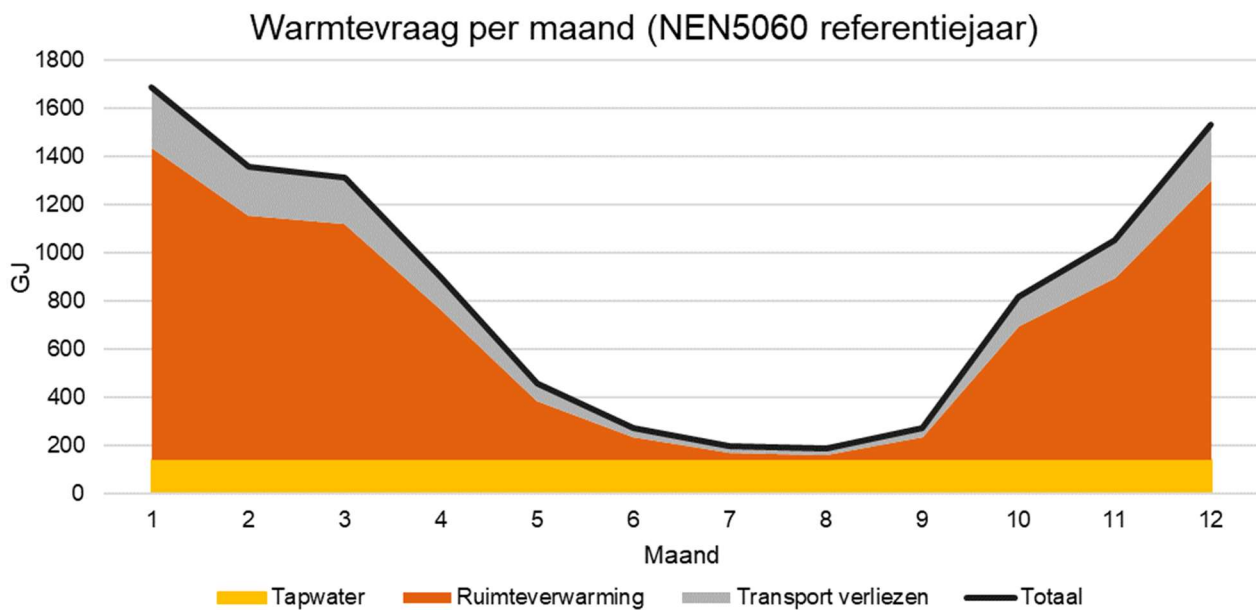
Om in beeld te krijgen wat het systeem aan moet kunnen qua capaciteit is gebruik gemaakt van referentiejaar NEN5060. Het referentiejaar is samengesteld uit representatieve maanden uit de afgelopen 20 jaar en houdt onder andere rekening gehouden met een strenge winter. Het referentiejaar is vergeleken met historische data van KWA¹, gebaseerd op KNMI-data, voor Rotterdam. De graaddagen zijn bepaald op basis van een referentietemperatuur van 16°C.

De warmtevraag per graaddag uit 2018 (3,12 GJ / graaddag) is gebruikt om de warmtevraag in het referentiejaar te berekenen. Warm tapwater is niet afhankelijk van het weer en daarom is aangenomen dat de toekomstige vraag gelijk zal zijn aan de vraag in 2018. De totale warmtevraag heeft een waarde van 10.031 GJ; dit getal ligt iets hoger dan het gemiddelde van de periode 2014-2018. Winters in deze periode waren dus milder dan die in het referentiejaar.

De berekende warmtevraag van ~10 TJ / jaar wordt overigens niet gebruikt in de kostenramingen voor de gemiddelde warmtevraag over de gehele zichtperiode van 30 jaar, omdat winters naar verwachting gemiddeld milder zullen zijn dan die in het referentiejaar. We rekenen voor de QuickScan met de warmtevraag uit 2018: 9.325 GJ / jaar.

De warmtevraag per maand voor het referentiejaar is te zien in onderstaande figuur.

¹ <https://www.kwa.nl/diensten/graaddagen-en-koeldagen>



Figuur 2 De warmtevraag van de Venenwijk per maand voor het NEN5060 referentiejaar

Het totaal benodigde piek verwarmingsvermogen bedraagt 1311 kW. Voor ruimteverwarming is uitgegaan van 7kW per woning met een gelijktijdigheid van 55%. Voor tapwater wordt uitgegaan van het vermogen van een douche van 25 kW wat volgens het $\sqrt{N}$ principe resulteert in een totaal vermogen van 387kW ($= 25 \sqrt{240}$).

3.3 Referentiealternatief gebruik aardgas

Om de vergelijking van de marginale kosten van het warmtenet met het nulscenario te kunnen maken, zijn de kosten van het huidige en toekomstige gebruik van aardgas berekend/ingeschat. De achterliggende berekeningen worden beschreven in deze paragraaf.

De huidige kosten zijn met een hoge mate van zekerheid te berekenen; berekeningen voor verder in de toekomst worden inherent onzekerder omdat we niet weten hoe de gasprijs zich gaat ontwikkelen in de komende decennia. De kosten die bewoners van de Venenwijk hebben voor aardgas zijn te onderscheiden in drie categorieën, verbruikskosten, vastrecht en onderhoud. Welke achtereenvolgens behandeld worden onder tabel 4:

Tabel 4 De opbouw van de gasprijs

Post	Prijs
Belasting	€ 0,29
Opslag duurzame energie (ODE)	€ 0,05
Inkoop + winst leverancier	€ 0,23
btw	€ 0,12
Prijs inclusief btw	€ 0,70

- **Directe verbruikskosten** - Huishoudens betalen per verbruikte kubieke meter gas een standaardprijs aan hun energieleverancier. De gemiddelde gasprijs in 2019 is ongeveer € 0,70 per kuub en is opgebouwd uit een aantal posten (zie Tabel 4). Vanaf 2020 zal de belasting op aardgas met € 0,0399 stijgen en in de jaren daaropvolgend met € 0,01 per jaar. De ODE (=Opslag Duurzame Energie) bedraagt vanaf 2020 € 0,0697. Wat de ODE vanaf 2020 zal doen is nog onbekend. Daarnaast is ook de verwachting dat de groothandelprijs voor aardgas zal stijgen en deze stijging wordt doorbelast naar de consument. De groothandelprijs voor een kubieke meter aardgas lag in 2018 op € 0,21. De verwachting is dat deze in 2020 zal dalen naar € 0,19 maar tegen 2030 zal stijgen naar € 0,25 per m³ aardgas. De marge voor de energieleverancier wordt aangenomen op € 0,03/m³ gebaseerd op de beschikbare data. De verwachting is dat de prijs van aardgas vanaf 2030 (progressief) zal blijven stijgen.

Zoals toegelicht in paragraaf 3.1, rekenen we voor het jaarlijkse gasverbruik met de waarde uit 2018. Het totale gasverbruik in 2018 bedroeg 277.500 m³. Dit verbruik is het uitgangspunt voor de toekomstige kosten, het NEN referentiejaar achten we met het oog op de milder wordende winter hier te hoog voor. Door het geschatte jaarlijkse gasverbruik te vermenigvuldigen met de gasprijs voor ieder jaar in de zichtperiode van 30 jaar, zijn de totale verbruikskosten van de wijk berekend. Deze komen uit op ongeveer € 9,7 mln.

- **Vastrecht** - Naast de variabele verbruikskosten betaalt ieder huishouden ook een jaarlijks bedrag aan het vastrecht van de gasaansluiting. Het tarief van een G6 meter ligt op € 149,-- per aansluiting per jaar bij een verbruik tot 4.000 m³ gas per jaar. Het tarief is € 220,-- voor verbruiken boven 4.000 m³ gas per jaar. (Westland infra tarieven 2020). In de Monte Carlo simulatie hanteren we een gemiddeld tarief van € 161,-- per jaar met een mogelijke stijging van 25%.
- **Onderhoud** - Iedere woning beschikt over een CV-ketel. Uitgaande van een vervangingstermijn van 15 jaar, worden jaarlijkse afschrijvings- en onderhoudskosten van CV-ketels ter waarde van € 237,-- gehanteerd. De totale afschrijvings- en onderhoudskosten voor 240 woningen over de zichtperiode van 30 jaar komen uit op € 1.706.400,--.

De totaalbedragen die hierboven in Tabel 4 zijn genoemd, zijn gebruikt als uitgangspunt voor de verschillende variabelen in de Monte Carlo simulaties. De bandbreedte hieromheen bedraagt een percentage dat in de tabel weergegeven is. Als input is ook nog een kleine post voor het elektriciteitsverbruik van de CV-ketels opgenomen.

Tabel 5 Input voor de Monte Carlo simulaties

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Directe verbruik aardgas	-16%	€ 9.740.265,--	+16%
Vastrecht	-0%	€ 1.159.200,--	+25%
Onderhoud	-15%	€ 1.706.400,--	+15%
Elektriciteitsverbruik CV-ketels	-10%	€ 6.552,--	+25%

Resultaten

De resultaten van de Monte Carlo simulaties staan hieronder samengevat. De P50 waarde van de totale gaskosten over zichtperiode van 30 jaar komt uit op € 12,3 miljoen. Hieromheen ligt de 70% onzekerheidsmarge met een omvang van ruim € 2,5 miljoen. De grootste factor die de variantie in onzekerheid verklaart is het directe gasverbruik met 86%.

Tabel 6 Resultaten van de Monte Carlo simulaties

Percentiel	Kosten
P5	€ 10.415.000,--
P15	€ 11.033.000,--
P50	€ 12.312.000,--
P85	€ 13.604.000,--
P95	€ 14.279.000,--

4 KANSRIJKE CONFIGURATIES

In dit hoofdstuk komen we tot een selectie van kansrijke configuraties. Dit gebeurt in twee stappen: in paragraaf 4.1 worden de individuele oplossingen voor de opwekking en opslag van warmte beoordeeld aan de hand van het beoordelingskader dat in paragraaf 2.2 is toegelicht. Op basis hiervan valt een aantal oplossingen af. Uit de resterende oplossingen is een selectie gemaakt van kansrijke configuraties.

Technische en financiële aspecten van deze configuraties zijn doorgerekend op kentallenniveau. De kosten van iedere configuratie worden samen met die van de referentiesituatie naast elkaar gezet in paragraaf 4.3. De kostenberekening is, zoals beschreven in paragraaf 2.3, probabilistisch uitgevoerd. Dit resulteert in een bandbreedte, welke weergegeven is in Figuur 3.

4.1 Beoordeling oplossingen

In deze paragraaf worden alle individuele schakels beoordeeld op kansrijkheid middels het beoordelingskader dat in paragraaf 2.2 toegelicht is. Op basis van de scores op de zes criteria wordt de kansrijkheid beoordeling en daarmee het advies om oplossingen wel of niet verder uit te werken. Dit is aangegeven in een aparte kolom 'Eindoordeel' in Tabel 5.

Tabel 5 De oplossingsrichtingen die middels zes criteria beoordeeld zijn op kansrijkheid

Oplossing	Techniek	Zelfstandig- heid	Betaalbaar- heid	Vertrouwen	Ruimte	CO ₂ - reductie	Eindoordeel	Onderbouwing
Opwekking								
Luchtwarmtepompen	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	
Individuele luchtwarmtepompen	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	
Zonnecollectoren	✓	✓	±	✓	±	✓	✓	
TEO	?	?	±	✓	✓	✓	?/✗	§ 6.1.1
Warmte-onttrekking wegdek	±	±	✗	±	±	✓	✗	§ 6.1.2
Geothermie	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	§ 6.1.3
Industriële restwarmte	✓	✗	?	✓	✓	✓	✓	§ 6.1.4
Opslag								
LT WKO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
HoCoSto	±	✓	✗	±	✗	✓	✓	
Ecovat	±	✓	✗	✗	✗	✓	✗	§ 6.2.2
BTES	✓	✓	✓	±	✗	✓	✗	§ 6.2.1

4.2 Samenstelling kansrijke configuraties

Uit de oplossingen voor opwekking en opslag van warmte die kansrijk bevonden zijn in paragraaf 4.1 zijn configuraties samengesteld waarbij een methode voor opwekking gekoppeld is aan een opslagmethode. In totaal zijn vijf van deze configuraties uitgewerkt. In Sankey diagrammen zijn de energiestromen (waaronder

verliezen) in beeld gebracht; op basis hiervan is de jaarlijkse warmtevraag bepaald. Daarna is voor iedere configuratie berekend hoeveel zonnecollectoren, vermogen aan warmtepomp, etc. benodigd is. Op kentallenniveau zijn vervolgens Monte Carlo simulaties uitgevoerd om de reikwijdte aan levensduurkosten te bepalen. In deze paragraaf beschrijven we kort de doorgerekende configuraties en de redenering achter iedere combinatie van opwekking en opslag. In paragraaf 4.3 worden de configuraties met elkaar en met het nulsценario vergeleken en worden voor- en nadelen samengevat. Een verdere onderbouwing van iedere configuratie wordt gegeven in hoofdstuk 5.

De volgende vijf configuraties zijn uitgewerkt:

- **Zon + HoCoSto (§ 5.1)** Deze configuratie combineert de opwekking van warmte door middel van zonnecollectoren met een hoge temperatuur opslag in de vorm van een HoCoSto constructie; deze configuratie is afkomstig uit de voorstudie door de initiatiegroep Venenwijk Energie(k) Anders. Het voordeel van deze configuratie is dat er geen opwaardering van warmte bij de woningen zelf nodig is. Nadelen zijn de grote investeringen in zonnecollectoren en het HoCoSto vat en de benodigde ruimte voor opwekking en opslag.
- **Zon + WKO (§ 5.2)** De opwekking van warmte door middel van zonnecollectoren wordt gecombineerd met een lage temperatuur WKO. Voordelen zijn dat er door geringere verliezen minder zonnecollectoren nodig zijn dan in bovenstaande configuratie en dat een WKO minder ingrepen in de ondergrond vereist dan de plaatsing van een buffervat. Nadelen zijn dat er centrale warmtepompen nodig zijn om de warmte geschikt te maken voor het hoge temperatuur distributienet en dat de zonnecollectoren nog steeds een behoorlijk groot ruimtebeslag hebben.
- **Lucht WP + WKO (§ 5.3)** Deze configuratie combineert de opwekking van warmte door middel van centrale luchtwarmtepompen met de opslag van lage temperatuur warmte in een WKO. Voordelen zijn dat er minder energieverliezen optreden bij een lage temperatuur opslag en dat luchtwarmtepompen een relatief laag ruimtebeslag hebben. Nadelen zijn dat er centrale warmtepompen nodig zijn om de warmte geschikt te maken voor het hoge temperatuur distributienet, dat veel (grijze) elektriciteit nodig is voor de luchtwarmtepompen, en dat de warmtepompen mogelijk kunnen leiden tot geluidsoverlast.
- **Lucht WP klein (§ 5.4)** In plaats van een collectief systeem, gaat deze oplossing uit van lokale lucht-water warmtepompen die bij de woningen geplaatst worden. Deze oplossing valt buiten de gestelde scope van de initiatiegroep (geen of nauwelijks aanpassingen aan de woningen) maar is voor de volledigheid hier wel opgenomen. Er is geen warmtenet nodig en ook geen seizoensopslag. Voordelen zijn de lage investeringskosten, het vermijden van ruimtebeslag van warmtenet en opslag, en het feit dat woningeigenaren op hun eigen tempo kunnen besluiten om hun huis van het gas te halen. Dit kan tegelijkertijd als nadeel gezien worden, omdat veel eigenaren waarschijnlijk op de oude voet door zullen blijven gaan. Een ander nadeel is het hoge (grijze) elektriciteitsgebruik, dat afgenomen wordt via kleinverbruik aansluitingen en dus relatief duur is.
- **Lucht WP + postcoderoos (§ 5.5)** Deze configuratie is gelijk aan de hierboven beschreven configuratie, met als toevoeging dat er een collectieve PV-installatie voor het opwekken van de benodigde elektriciteit komt. Met 3.300 PV-panelen kan in de zomer het elektriciteitsverbruik voor verwarming volledig gecompenseerd worden. Voordelen zijn gelijk aan die van de configuratie hierboven. De investering is hoger omdat collectief geïnvesteerd wordt in PV-panelen. De postcoderegeling geeft participanten in de energiecoöperatie wel een belastingvoordeel op elektriciteit. De onzekerheid van de postcoderoos regeling is dat het een administratieve regeling betreft, die door de overheid mogelijk aangepast gaat worden.

4.3 Niet kansrijke configuraties

Oplossingsrichtingen waarvan wij adviseren om ze niet verder uit te werken, zijn de volgende:

- **Warmte-onttrekking wegdek (§ 6.1.2)** Deze oplossing is waarschijnlijk erg duur. Bovendien spelen er onzekerheden rondom de verkeersveiligheid en zijn er enkele referentieprojecten waar het vooraf berekende vermogen niet gehaald werd door schaduwwerking. Op basis hiervan adviseren wij om deze oplossing niet verder uit te werken. Er is nog geen sprake van een bewezen techniek met een betrouwbaar in te schatten rendement.
- **Geothermie (§ 6.1.3)** Geothermie is een bewezen en naar verwachting betaalbare oplossing. Complicerende factor is echter dat de Venenwijk niet zelfstandig een geothermisch doublet zal kunnen realiseren en gedwongen is om aan te haken bij andere alternatieven. Daarom heeft de oplossing geen plek in een haalbaarheidsstudie en adviseren wij om de oplossing niet verder uit te werken.

- **Ecovat (§ 6.2.2)** De kosten van een Ecovat zijn hoog in vergelijking met andere opslagmethoden en met het referentiescenario. Bovendien is in of nabij de Venenwijk vanuit de eerste inventarisatie geen beschikbare ruimte om een Ecovat aan te brengen in de ondergrond. Een hoge temperatuuropslag zoals Ecovat of Hocosto scoort wél heel goed op CO2-reductie, zelfstandigheid en elektriciteitsverbruik. Helaas wordt deze oplossing nog nergens elders toegepast, waardoor de technische en financiële onzekerheden groot zijn en er risico's zijn voor het draagvlak onder buurtbewoners. Wij adviseren daarom dan ook om deze oplossing niet verder uit te werken.
- **BTES** Met Borehole Thermal Energy Storage zijn op diverse plaatsen in de wereld al ervaringen opgedaan. Bij deze bestaande projecten worden echter relatief grote warmteverliezen gemeld, waardoor veel ruimte nodig is voor de opslag. Deze ruimte lijkt niet beschikbaar in of nabij de Venenwijk en daarom adviseren wij om de oplossing niet verder uit te werken.

Naast deze oplossingsrichtingen waarvan duidelijk is dat ze te slecht op één van de criteria scoren om verder te laten uitwerken, is bij één oplossingsrichting nog onvoldoende duidelijk of hij technisch haalbaar is, om een definitief advies te geven. Dit is thermische energie uit oppervlaktewater (**TEO - § 6.1.1**). Op basis van de beschikbare bronnen van onder andere STOWA en IF Technology lijkt er onvoldoende water nabij de Venenwijk te zijn om voldoende warmte uit op te wekken. Om aan de jaarlijkse warmtevraag te kunnen voldoen, moet er gedurende de zomermaanden water met een debiet van 70 m³ per uur aan het water onttrokken worden. Gezien de beperkte omvang van het Hemelwater (de vijver nabij de Venenwijk) en aansluitende sloten lijkt dit niet op voorhand gemakkelijk gehaald te kunnen worden. De technische haalbaarheid zou verder uitgewerkt kunnen worden, maar een dergelijke mate van detailniveau valt buiten de scope van deze fase van de haalbaarheidsstudie. Ons voorstel is om in fase 2 de casus op basis van de opgehaalde kentallen te bespreken met een specialist op dit gebied. Bijvoorbeeld Marco van Schaick (Unie van Waterschappen) of Barry Scholten (IF technology)

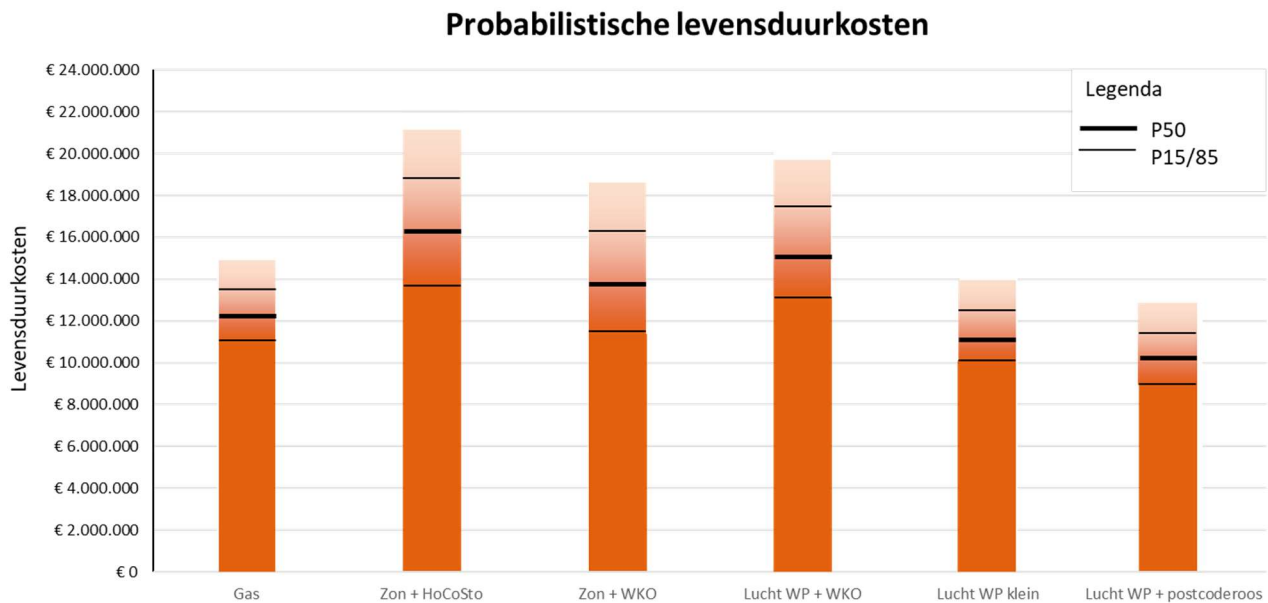
4.4 Vergelijking kansrijke configuraties met referentiealternatief

In deze paragraaf zetten we de zes doorgerekende alternatieven naast elkaar. Van ieder van de vijf in paragraaf 4.2 beschreven configuraties en voor het nulscenario is een probabilistische kostenraming op kentallenniveau gemaakt. De uitkomsten hiervan zijn samengevat in Figuur 3. In de figuur zijn drie waarden uitgelicht: de P50 kosten als dikke streep, met daarboven en -onder respectievelijk de P85 en P15 waarden. De P50 waarde kan beschouwd worden als het 'base-case' scenario: de meest waarschijnlijke uitkomst. Lagere kosten hebben een lagere kans om op te treden.

4.4.1 Resultaten Monte Carlo simulaties

De Monte Carlo simulaties laten zien dat de twee configuraties die geen seizoensopslag en warmtenet vereisen een lagere kosten met zich mee brengen over de gehele levensduur (P50 waarde) dan het nulscenario. Dit zijn de configuraties *Lucht WP klein* en *Lucht WP + postcoderoos*. De (P50) kosten van deze configuraties bedragen respectievelijk € 11,2 miljoen en € 10,3 miljoen, tegenover € 12,3 miljoen voor het nulscenario. De 70% onzekerheidsmarge rondom deze P50 waarde is voor beide configuraties beperkt (ruim € 2 miljoen). Dit heeft met name te maken met de geringe benodigde lening en de daarmee samenhangende onzekerheid rondom de ontwikkeling van de rentekosten.

De overige drie configuraties zijn waarschijnlijk duurder dan het nulscenario. De duurste is *Zon + HoCoSto*, met een P50 van € 16,3 miljoen en een grote 70% onzekerheidsband van ruim € 5 miljoen. Ook *Lucht WP + WKO* (€ 15,1 miljoen) en *Zon + WKO* (€ 13,9 miljoen) zijn waarschijnlijk duurder dan het nulscenario dat uitgaat van ongewijzigd gasverbruik. De verschillen worden met name veroorzaakt door de aanlegkosten en relatief hoge beheerkosten van het warmtenet.

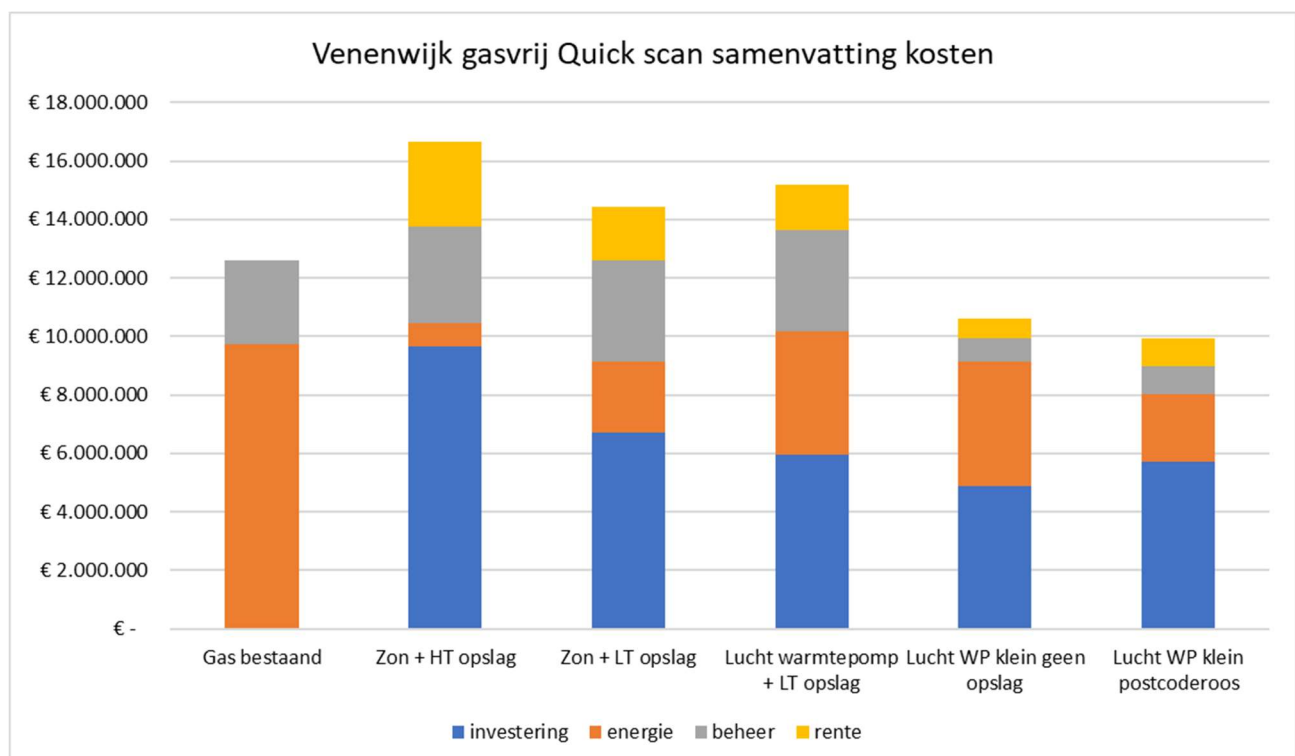


Figuur 3 De uitkomsten van de probabilistische kostenramingen van de zes doorgerekende alternatieven

4.4.2 Resultaten verdeeld naar kostensoort

In Figuur 4 zijn de kosten van de zes configuraties nog een keer weergegeven, maar nu onderverdeeld per kostensoort. De grafiek maakt in één oogopslag de verschillen tussen de configuraties duidelijk. Bij de configuraties met warmtenet en opslag spelen de kosten voor rente en beheer een grote rol. In de configuraties zonder warmtenet zijn de (toekomstige) energiekosten bepalender.

N.B. de bedragen in deze grafiek zijn de invoerkolommen van de SSK Monte Carlo simulatie. De bedragen verschillen hierdoor enigszins van de mediaan uit de grafiek van paragraaf 4.4.1.



Figuur 4 Kosten verdeeld naar kostensoort

4.5 Conclusie en vervolg

Deze fase van de haalbaarheidsstudie is erop gericht om een weloverwogen keuze te maken welke configuraties het meest kansrijk zijn om de Venenwijk van het aardgas te halen. In deze paragraaf vatten we daarom de bevindingen van deze eerste fase van de haalbaarheidsstudie samen en bespreken wij de afwegingen die, ons inziens, gemaakt moeten worden voordat deze keuze voldoende gefundeerd gemaakt kan worden. Ook gaan we in op hiaten in kennis om aan te geven waar vervolg onderzoek in fase 2 benodigd is.

Een aantal combinaties voor opwekking en opslag is getoetst op haalbaarheid aan de hand van een beoordelingskader met zes criteria. Enkele hiervan blijken op voorhand minder kansrijk dan andere. De belangrijkste hiervan is Ecovat, waarvan de kosten zeer hoog blijken te zijn en waarvan nog geen praktische toepassing operationeel is. Vervolg is naar ons idee vooral noodzakelijk voor aquathermie, waarvan het technisch potentieel te gering blijkt te zijn gezien de afwezigheid van grote wateren in of nabij de Venenwijk. Wel staat de wijk in “open” verbinding met de boezem de Zweth. Hier adviseren wij naast de analyse van Arcadis, de inzet van expert judgement. In fase 2 kan deze gezien of de afwezigheid van grote wateren inderdaad de technische kansrijkheid van de aquathermie klein maakt.

Uit de kansrijke oplossingen zijn vijf configuraties samengesteld; in Tabel 7 zijn de onderscheidende voor- en nadelen hiervan samengevat. Als de kosten van de configuratie leidend zijn, komen de configuraties *Lucht WP klein* en *Lucht WP + postcoderoos* als meest kansrijk uit de bus. Er zijn echter redenen om mogelijk niet voor deze configuraties te kiezen voor de vervolgfase van het project. Zo draaien beide configuraties volledig op elektriciteit. Deze stroom kan groen ingekocht worden, maar in de huidige situatie is de consequentie dat voor extra stroomverbruik in de winter er nog fossiele opwek-capaciteit beschikbaar moet zijn. Daarbij moet wel gezegd worden dat door elektriciteit groen in te kopen, de ontwikkeling van duurzame stroom en duurzame opslag een impuls wordt toegebracht.

De configuratie *Lucht WP + postcoderoos* vermijdt een deel van dit elektriciteitsverbruik vanwege de aanleg van een collectieve PV-installatie. Voor dit scenario zijn grote dakoppervlaktes nodig, die door de dakeigenaren beschikbaar gesteld moeten worden voor de collectieve PV-installatie. Een voordeel van de “all electric” configuraties is dat geen warmtenet en seizoensopslag en dus geen ingrijpende werkzaamheden in de ondergrond nodig zijn; daar staat echter tegenover dat de oplossing niet collectief is, en er dus een kans bestaat dat een deel van de bewoners van de Venenwijk niet besluit om in het project te stappen. Een aandachtspunt bij beide configuraties is de geluidsproductie van de warmtepompen.

De andere configuratie die mogelijk kansrijk is doordat de levensduurkosten relatief weinig (€1,5 miljoen) boven die van het nulscenario liggen, is *Zon + WKO*. Redenen waarom deze configuratie mogelijk kansrijk zou kunnen zijn, is dat er vanaf het begin van het project alle warmte zo goed als CO₂-vrij opgewekt wordt en dat dit een collectieve oplossing betreft. Daar staat tegenover dat de zonnecollectoren een behoorlijk ruimtebeslag hebben, dat niet op voorhand beschikbaar is in de Venenwijk.

Tabel 7 Een samenvatting van de bevindingen van de haalbaarheidsstudie. Per configuratie zijn onderscheidende voor- en nadelen beschreven. Met ++/+ en --/- is aangegeven of het voor- respectievelijk nadeel groot respectievelijk klein is

Configuratie	Voordelen	Nadelen
Zon + HoCoSto	++ CO ₂ -reductie ++ Collectieve oplossing	-- Kosten -- Ruimtebeslag - Vertrouwen
Zon + WKO	++ CO ₂ -reductie ++ Collectieve oplossing + Gering warmteverlies	- Kosten - Ruimtebeslag
Lucht WP + WKO	++ Collectieve oplossing + Gering warmteverlies	-- Kosten - CO ₂ reductie - Geluidoverlast

Configuratie	Voordelen	Nadelen
Lucht WP klein	+ Kosten ++ Geen warmtenet en seizoensopslag ++ Geen warmteverlies + Schaalbaarheid	-- Collectieve oplossing - CO₂ reductie - Geluidoverlast
Lucht WP + postcoderoos	++ Geen warmtenet en seizoensopslag ++ Kosten + CO₂-reductie + Schaalbaarheid	-- Ruimtebeslag - Collectieve oplossing - Geluidoverlast

Bakker Goedhart

Een belangrijke mogelijke toevoeging voor het vervolg van de haalbaarheidsstudie is de industriële restwarmte die geproduceerd wordt bij Bakker Goedhart. De totale restwarmte die op jaarbasis geproduceerd wordt, bedraagt volgens www.warmteatlas.nl 6.750 GJ (waarschijnlijk ligt dit getal echter lager, zie paragraaf 6.1.4). Hiermee zou kunnen worden voorzien in een deel van de warmtevraag van de Venenwijk. Warmte van Bakker Goedhart kan gecombineerd worden met iedere configuratie waarbij een warmtenet aangelegd wordt. Groot nadeel van deze industriële restwarmte is echter dat de wijk daarmee afhankelijk wordt van een enkele partij en dat er problemen met de warmtevoorziening zullen ontstaan mocht de bakker verhuizen of failliet gaan. De oplossing is niet nader onderzocht in deze fase van het project, maar het is de moeite waard om in een eventuele vervolgfase nader in te gaan op het combineren van industriële restwarmte met een andere oplossing.

4.6 Vervolg

Wanneer in de vervolgfase een keuze voor een voorkeursoplossing gemaakt gaat worden dient niet alleen de technische haalbaarheid in de overweging meegenomen te worden. In overleg met alle stakeholders zullen antwoorden op de volgende vragen de oplossingsrichting meer gedragen en kansrijker maken:

- Bestaat de wens om industriële restwarmte (bakker Goedhart) nader te onderzoeken?
- Zijn de levensduurkosten van de configuratie leidend bij de keuze, of heeft de meest energiezuinige oplossing de voorkeur?
- Is een seizoensopslag in de wijk een must?
- Is het voor u acceptabel om op korte termijn meer grijze elektriciteit van het net af te nemen, met als kanttekening dat bij de afname van groene stroom de energietransitie wel een impuls krijgt?
- Is er een voorkeur voor bewezen technieken, of kan het project juist technische innovaties te bevatten?
- Welke subsidies zijn (o.a. bij de gemeente Westland) beschikbaar?

5 UITWERKING KANSRIJKE CONCEPTEN

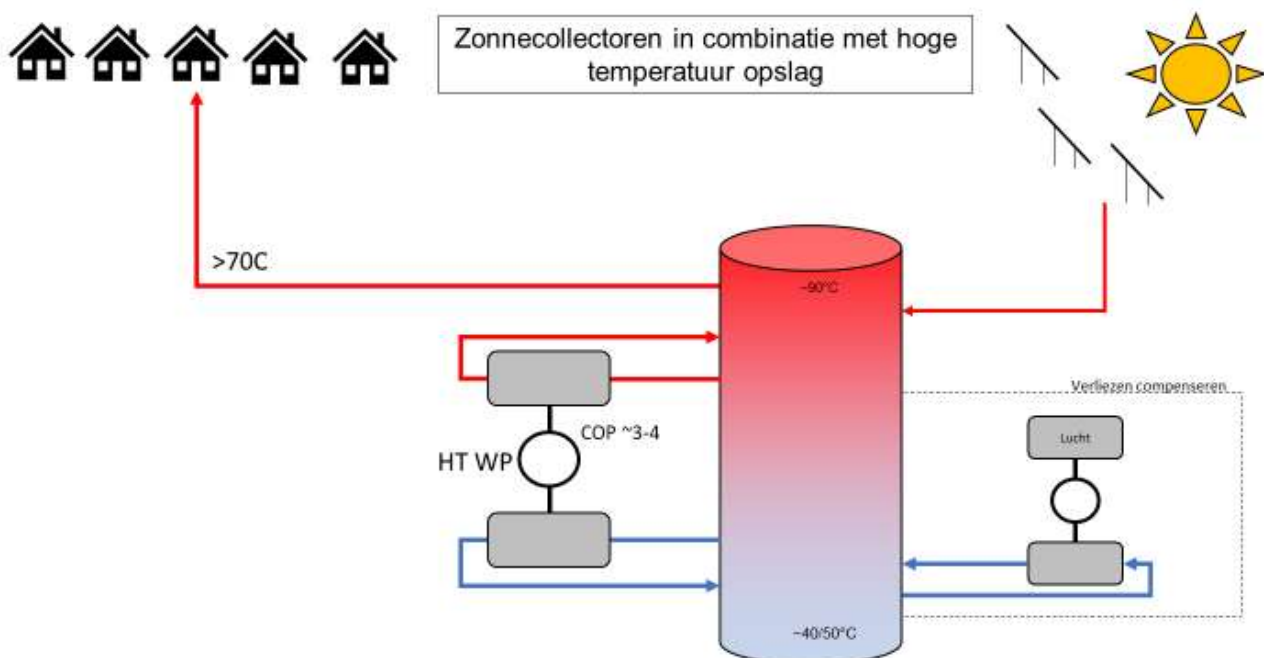
In hoofdstuk 4 is in het kort de afweging tussen de verschillende oplossingsrichting weergegeven. In dit hoofdstuk worden deze stuk voor stuk meer uitgebreid toegelicht. Deze uitgebreide toelichting neemt daarmee op sommige punten een voorschot op de vragen welke zullen volgen in fase 2. Er is gekozen om een aantal analyses nu in meer detail uit te werken vanwege de nadrukkelijke wens om een zeer gedegen afweging en om het risico te beperken dat kansrijke oplossingsrichtingen nu afvallen.

5.1 Zon + HoCoSto

Deze oplossingsrichting combineert de opwekking van warmte middels zonnecollectoren met hoge temperatuur opslag in een HoCoSto type opslag. Een alternatief is een Ecovat, dat op hetzelfde principe berust maar bestaat uit een verticale koker in plaats van een bassin met schuin aflopende wanden. Na overleg met het bedrijf dat deze technologie exploiteert bleek dat de kosten per warmte-eenheid van een Ecovat significant hoger liggen dan die voor HoCoSto. Deze opslagmethode is dus niet uitgewerkt voor deze configuratie.

In Figuur 5 staat schematisch weergegeven hoe dit systeem eruitziet. Een array aan zonnecollectoren levert water met een temperatuur van 75°C aan een HoCoSto buffervat in de bodem. In deze buffer is het water gelaagd, met hoge temperaturen bovenin de kolom en lage temperaturen onderin. Warmtepompen waarden de warmte in de opslag verder op. Bovenin de buffer wordt warm water onttrokken voor levering aan de woningen in de Venenwijk. Nadeel van deze configuratie is dat zonnecollectoren minder efficiënt worden bij hogere temperaturen en er dus meer van nodig zijn; voordeel is dat de geleverde warmte direct uit de opslag gehaald wordt, daarom is er altijd genoeg verwarmingsvermogen beschikbaar en daarom is er dus geen buffervat of warmtepomp in serie nodig.

In onderstaande paragrafen gaan we dieper in op de benodigde hoeveelheid zonnecollectoren en de minimale capaciteit van de opslag. Ook lichten we de kosten van de configuratie toe en bespreken we overige zaken die met de kansrijkheid van het concept van doen hebben.



Figuur 5 Schematisch overzicht van de configuratie zonnecollectoren en HoCoSto

Opwekking

Om een inschatting te kunnen maken van de kosten van de zonnecollectoren is aan de hand van de warmtevraag een berekening gemaakt van het benodigde oppervlak. Hiervoor hebben we gebruik gemaakt van een rekentool die ontwikkeld is door The Solar Keymark (Scenocalc). De warmteopbrengst van een

zonnecollectormodule met een oppervlak van 5,12 m² wordt hiermee berekend voor verschillende watertemperaturen. In Tabel 8 staat voor temperaturen van 25°C, 50°C en 75 °C beschreven hoeveel kWh een module opbrengt per jaar. Bij hogere temperaturen wordt de collector minder efficiënt en is dus een groter oppervlak aan zonnecollectoren nodig.

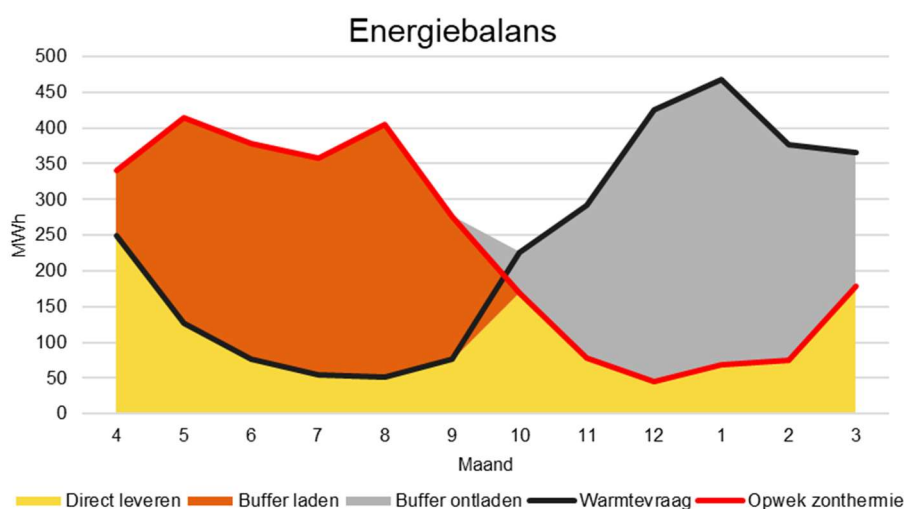
Het benodigde oppervlak bij de drie temperaturen is weergegeven in de laatste rij van Tabel 8 en loopt op van grofweg 5.000 m² bij een opslagtemperatuur van 25°C naar 6.000 m² bij 50°C en 7.600 m² bij 75°C. Omdat we in deze configuratie gebruik maken van een hoge temperatuur opslag, is een opslagtemperatuur van 75°C aangenomen. Hiervoor is in totaal 7.667 m² aan zonnecollectoroppervlak nodig.

*Tabel 8 Overzicht van de warmteopbrengst van een zonnecollectormodule per jaar bij verschillende opslagtemperaturen.
Bron: The Solar Keymark*

Opbrengst per collector module van 5,12 m ² (kWh/module)				
	Totale instraling	25°C	50°C	75°C
Per jaar	5.871	2.888	2.340	1.860
Benodigd oppervlak (m²)		4.939	6.095	7.667

Opslag

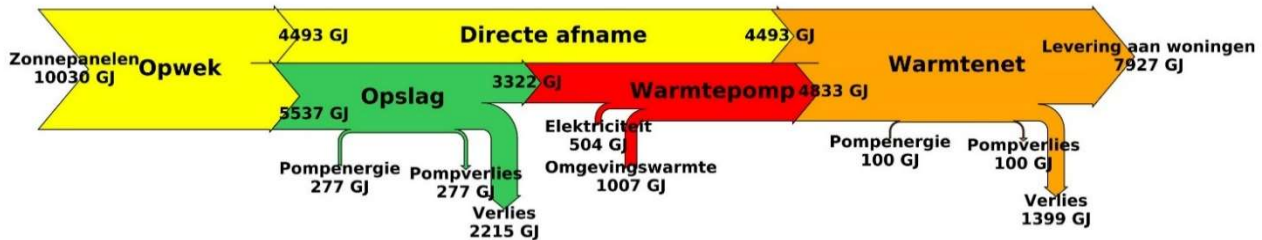
De aangenomen gemiddelde jaarlijkse warmtevraag uit de Venenwijk bedraagt 9.325 GJ (inclusief transportverliezen). Omdat het systeem een hoge leveringszekerheid moet hebben, maken we voor het bepalen van de opslagcapaciteit echter gebruik van de warmtevraag in referentiejaar NEN5060 (zoals beschreven in paragraaf 3.1). Deze bedraagt 10.031 GJ. Omdat deze hoeveelheid warmte niet in één keer uit de opslag wordt gehaald, is de opslagcapaciteit van de hoge temperatuur opslag lager dan dit getal. Uit onderstaande energiebalans blijkt dat 45% direct geleverd kan worden aan de woningen en de overige 55% opgeslagen dient te worden. Het benodigde volume van het buffervat is moeilijk uit te rekenen vanwege de temperatuur-gelaagdheid van het opslagwater. Om toch een inschatting te maken, hebben we gebruik gemaakt van (vertrouwelijke) gegevens van Ecovat. Uitgaande van een temperatuuropwaardering van 50°C in de gehele opslag wordt per m³ water ongeveer 0,2 GJ opgeslagen. Met een capaciteit van 5.537 GJ is daarmee ruim 25.000 m³ aan opslag nodig.



Figuur 6 De opgestelde energiebalans voor de hoge temperatuur opslag

Onderstaand Sankey diagram geeft de energiestromen voor een gemiddeld jaar weer en is als uitgangspunt genomen voor de berekening van de kosten. De totale energievraag is gebaseerd op het energieverbruik van 2018. De opwek is echter hetzelfde gebleven omdat de panelen uitgelegd zijn op het referentiejaar. De verliezen in het warmtenet hebben we berekend op gemiddeld ongeveer 45 kW. Over het hele jaar (= 8.760 uur) komt dit neer op 1.399 GJ.

Energiestromen diagram - Zon + HT opslag (GJ/jaar)



Figuur 7 Sankey diagram met de energiestromen voor het Zon + HoCoSto

Kosten

In het scenario zonne-energie + hoge temperatuur seizoensopslag beslaat de initiële investering de grootste kostenpost. Er is een hoge temperatuur lucht warmtepomp toegepast, enkel om de verliezen in de opslag te compenseren. Dat verklaart ook de relatief lage energiekosten. Voor de beheerkosten van het warmtenet hebben we in deze grafiek de 3,5% opgenomen die door de initiatiefgroep is aangegeven. Wij verwachten dat de kans groot is dat deze kosten lager zullen uitvallen. In de Monte Carlo simulatie nemen we een bandbreedte mee tussen 1,75% en 3,5%.

In Tabel 9 is de input voor de Monte Carlo simulaties weergegeven. Voor iedere kostenpost is uitgegaan van een kernwaarde. Voor de bandbreedte daaromheen is een percentage opgeteld en afgetrokken van deze kernwaarde. De hoogte van dit percentage is ingeschat op basis van expert judgement; weerspiegelt de gebruikte kernwaarde de meest waarschijnlijke waarde? En hoe onzeker is deze waarde?

De kosten in onderstaande tabel zijn gebaseerd op leveranciersinformatie van onder andere Carrier, Hocosto, G2 energy en gegevens van de initiatiefgroep. De kosten van het warmtenet is een combinatie van meerdere kengetallen van onder meer het VESTA MAIS model, HoCoSto, Haalbaarheidsstudie TEO Kaag en Braassem (IF technology). Deze getallen lopen sterk uiteen en daarom is een grotere bandbreedte aangenomen.

De grootste kostenposten zijn de investeringskosten voor het HoCoSto buffervat (€ 4 miljoen), de rentekosten over de af te sluiten lening (€ 2,9 miljoen), het beheer van het warmtenet (€ 2,9 miljoen) en de aanleg van het warmtenet (€ 2,8 miljoen).

Tabel 9 De input voor de Monte Carlo simulaties

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Aanleg warmtenet	-20%	€ 2.760.000,--	+20%
Kosten opslag	-20%	€ 4.080.000,--	+20%
Kosten centrale warmtepomp	-0%	€ 102.500,--	+15%
Afleverzet in woning	-10%	€ 662.400,--	+10%
Investering zonnecollectoren	-10%	€ 1.536.500,--	+10%
Aanleg elektriciteitsaansluiting	-0%	€ 6.400,--	+25%
Beheer elektriciteitsaansluiting	-0%	€ 408.000,--	+25%

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Beheer warmtenet	-30%	€ 2.898.000,--	+0%
Kosten elektriciteit	-0%	€ 807.600,--	+40%
Kosten rente	-50%	€ 2.900.000,--	+50%
Investering elektrische koken	-20%	€ 360.000,--	+20%
Verwijderen gasaansluiting	-20%	€ 144.000,--	+20%

Rentekosten

Bij de uitgangspunten die de initiatiefgroep heeft meegeven is een rentepercentage van 3% genoemd. In de markt voor duurzame energie toepassingen zien we dat veel lagere rentepercentages de praktijk zijn. Zeker als een gemeente garant kan staan voor een deel van het aan te trekken vermogen zijn percentages van 1% en lager mogelijk. In de Monte Carlo simulatie nemen we een gemiddeld rentepercentage van 2% mee, dat kan variëren tussen 1% en 3%.

De uitkomsten van de Monte Carlo simulatie zijn weergegeven in Tabel 10. Het P5, P15, P50, P85 en P95 percentiel zijn hierin samengevat. De 'base case' levensduurkosten van deze configuratie bedragen ruim € 16,3 miljoen. De 70% onzekerheidsbandbreedte daaromheen bedraagt ruim € 5 miljoen. Belangrijkste oorzaak voor de onzekerheid zijn de rentekosten; de configuratie vereist een flinke initiële investering, waarvoor een lening afgesloten moet worden. De ontwikkeling van de rente op dit soort duurzame leningen is onzeker. Daarom is voor de onder- en bovenwaarde in de Monte Carlo simulaties een grote band van onzekerheid ter waarde van +/- 50% aangehouden.

Tabel 10 De uitkomsten van de Monte Carlo simulaties

Percentiel	Waarde
P5	€ 12.541.000,--
P15	€ 13.723.000,--
P50	€ 16.324.000,--
P85	€ 18.885.000,--
P95	€ 20.089.000,--

Ruimtebeslag

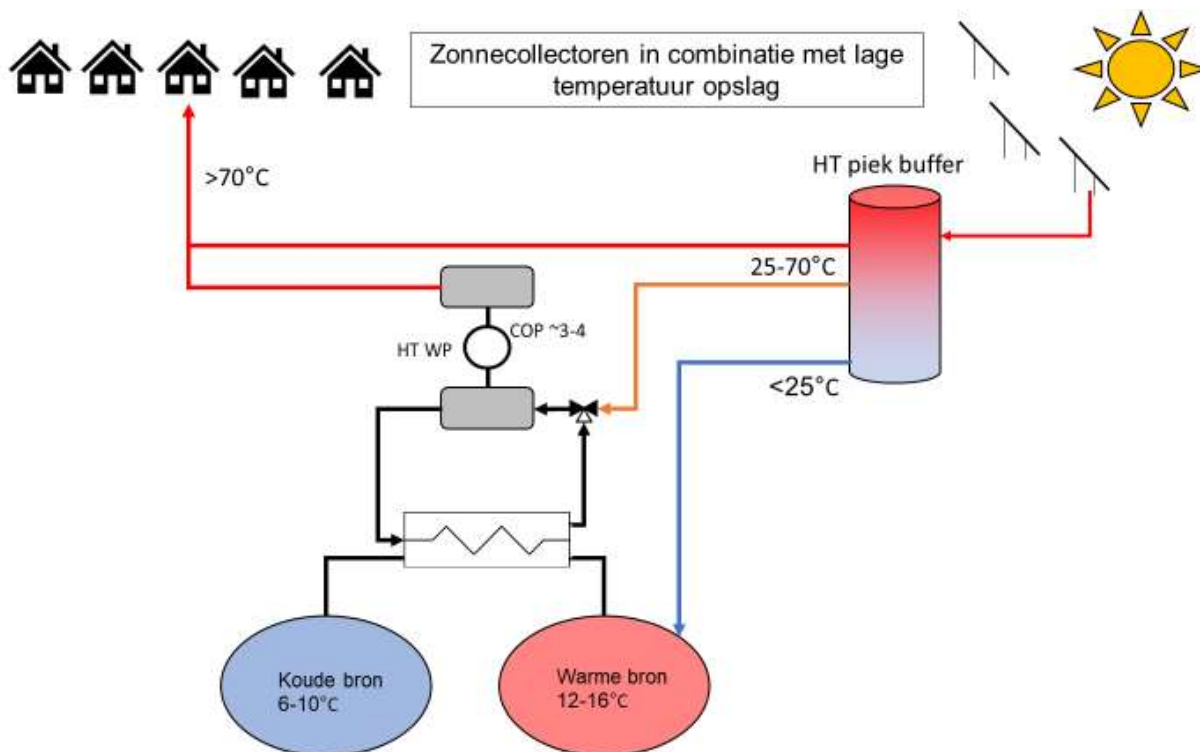
Los van de technische en financiële haalbaarheid van de hierboven beschreven configuratie, spelen er nog andere zaken. Eén daarvan is het ruimtebeslag van het systeem. Er is een fors grondoppervlak nodig voor de aanleg van de zonnecollectoren, en de opslag vergt ook ruimte ondergronds. Het benodigde oppervlak aan zonnecollectoren bedraagt ruim 7.600 m². Aangrenzend aan de Venenwijk liggen geen terreinen met een dergelijke oppervlakte (zie ook Figuur 1). Het veld aan de Maasdijkse weg ten zuiden van de wijk is bijvoorbeeld slechts 1.700 m² groot. Pas op een afstand van enkele kilometers bevindt zich een terrein met een groot genoeg oppervlak: het braakliggende veld achter tuinderij Helderma aan de Wippolderlaan. Een andere optie is om gebruik te maken van daken van buurtbewoners of van omliggende bedrijfspanden.

Ook ruimte voor de opslag is moeilijk te vinden. Het ondergrondse bassin heeft wanden die een maximale hoek van 45° hebben. De 25.000 m³ aan benodigde ruimte komt hiermee overeen met een kegelvormig bassin met een diameter van ongeveer 60 meter en een diepte van 30 meter. Er is geen voorradige ruimte in de buurt van de Venenwijk met een dergelijke omvang. Een Ecovat heeft minder grondoppervlak nodig omdat deze opslag dieper is.

5.2 Zon + WKO

Deze configuratie combineert de opwekking van warmte door middel van zonnecollectoren met een lage temperatuur opslag in een WKO (Figuur 8). In tegenstelling tot een systeem als Ecovat of HoCoSto is een WKO een open systeem. Omdat er geen fysiek object in de bodem geplaatst wordt, is geen grondverzet nodig en dit drukt de kosten van het opslagsysteem. Ook ruimtegebrek, dat een probleem vormt voor de HoCoSto en Ecovat oplossingen, speelt hier minder omdat gebruik gemaakt wordt van een watervoerende laag die in principe niet begrensd is.

Het nadeel van een WKO-systeem is de lage maximale temperatuur die opgeslagen kan worden in de bodem. De lage temperatuur warmte moet met een warmtepomp worden opgewerkt naar een geschikte aanvoertemperatuur. Normaal gesproken mag er met maximaal 25°C water in de bodem worden geïnjecteerd. Er zijn vrijstellingstrajecten mogelijk waardoor er met hogere temperaturen kan worden gewerkt, de juridische haalbaarheid hiervan is op dit moment onzeker. Voor deze haalbaarheidsstudie beperken we ons derhalve tot de lage temperatuur systemen. Voordeel is dat in vergelijking met een hoge temperatuur opslag minder zonnecollectoren nodig zijn omdat deze een hoger rendement hebben bij lagere temperaturen.



Figuur 8 Schematisch overzicht van de configuratie

Opwekking

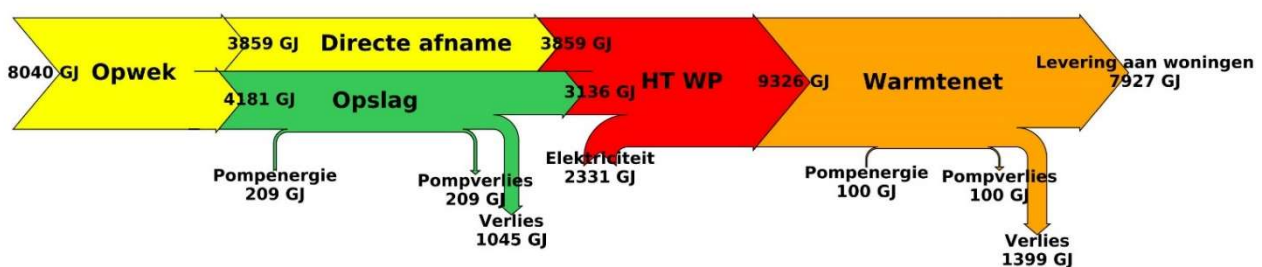
Zonnecollectoren hebben een significant hogere opbrengst over een heel jaar omdat er met een lage temperatuur meer warmte gewonnen kan worden buiten de zomer. In Tabel 8 is weergegeven wat de warmteopbrengst is bij verschillende temperaturen. We gaan voor deze configuratie uit van een opslagtemperatuur van 25°C. Dit betekent dat er 4.939 m² aan zonnecollectoren nodig zijn om aan de warmtevraag in de Venenwijk te voldoen.

Opslag

Ook voor deze configuratie is een Sankey diagram opgesteld. De energiebalans is vergelijkbaar met de configuratie *Zon + HoCoSto*; het verschil is dat er minder warmte (4.181 versus 5.537 GJ) opgeslagen dient te worden met de lage temperatuur opslag omdat de panelen in deze configuratie meer energie kunnen leveren in de wintermaanden en het tussenseizoen, en het warmteverlies in de bodem kleiner is. Verliezen in het warmtenet zijn gelijk aan de hierboven genoemde configuratie.

Zoals eerder genoemd in paragraaf 3.1 is het totaal benodigde verwarmingsvermogen 1311 kW. In dit scenario is aangenomen dat de hoge temperatuur warmtepomp dit volledige vermogen moet leveren. Dit vermogen is te optimaliseren met bijvoorbeeld piekkellets maar is in deze QuickScan niet meegenomen omdat de impact op de totale kosten relatief klein is. Er is aangenomen dat de warmtepomp een COP van 4 heeft. Dit betekent dat 3/4^e van het vermogen uit de bron moet komen ofwel 874kW. Voor het berekenen van het maximale debiet hebben we dit vermogen 25% verhoogd wat resulteert in een totaal vermogen van 1093kW. Wanneer de warmtepomp minder efficiënt werkt is de COP lager en moet er meer vermogen uit de bron komen. Daarnaast dient de bron ook genoeg vermogen te hebben om geladen te kunnen worden. Om het debiet van de bron te berekenen is uitgegaan van een temperatuurverschil van 6°C wat resulteert in een debiet van 176 m³/h.

Energiestromen diagram - Zon + LT opslag (GJ/jaar)



Figuur 9 Het Sankey diagram met energiestromen voor de configuratie Zon + WKO

Randvoorwaarde voor een WKO-opslag is de aanwezigheid van één of meerdere watervoerende lagen in de eerste honderden meters onder het aardoppervlak. Een aandachtspunt is dat er in de eerste watervoerende laag in het stedelijk gebied geen WKO-installatie toegestaan is in de Venenwijk (www.wkotool.nl). Dit dient echter nader afgestemd te worden met provincie Zuid-Holland.

Op een afstand van 2,5 km van de Venenwijk ligt het Rijswijk olieveld, waarvan de eerste boring (Rijswijk 1) in 1953 gezet is. Via www.nlog.nl zijn de logs van deze boring, die inzicht geven in de opbouw van de ondiepe ondergrond in de regio, beschikbaar. In de bovenste 250 meter van de ondergrond bevinden zich drie watervoerende lagen: op 25 – 105 m, 125 – 140 m, en 155 – 175 m onder maaiveld. Deze lagen zijn naar verwachting op dezelfde dieptes te vinden onder de Venenwijk en zouden aangewend kunnen worden voor een WKO-installatie. Op www.wkotool.nl is te zien dat er binnen een straal van anderhalve kilometer van de Venenwijk al drie open WKO-systemen operationeel zijn. Het concept wordt dus al succesvol toegepast.

Kosten

Voor het scenario zonne-energie + lage temperatuur seizoensopslag zijn minder zonnecollectoren benodigd dan bij hoge temperatuuropslag, omdat een groter deel van de warmte door de centrale warmtepomp wordt opgewekt. Een lage temperatuuropslag vergt minder investering dan een hoge temperatuuropslag, maar neemt uiteraard wél meer ruimte in. Het resultaat is een lagere investering, maar met hogere elektriciteitskosten.

De kosten in onderstaande tabel zijn gebaseerd op leveranciersinformatie van onder andere Carrier, Hocosto, G2 energy en gegevens van de initiatiefgroep. De kosten van de WKO zijn gebaseerd op de factsheet WKO van het RVO. De kosten is een combinatie van meerdere kengetallen van onder meer het

VESTA MAIS model, HoCoSto, Haalbaarheidsstudie TEO Kaag en Braassem (IF technology). Deze getallen lopen sterk uiteen en daarom is een grotere bandbreedte aangenomen.

De grootste kostenposten zijn de aanleg (€ 2,8 miljoen) en beheer (€ 2,9 miljoen) van het warmtenet, de elektriciteitskosten (€ 2,4 miljoen) en de rentekosten over de af te sluiten lening (€ 1,8 miljoen).

Tabel 11 De input voor de Monte Carlo simulaties

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Aanleg warmtenet	-20%	€ 2.760.000,--	+20%
Kosten opslag	-20%	€ 705.000,--	+20%
Kosten centrale warmtepomp	-0%	€ 1.093.000,--	+15%
Afleverzet in woning	-10%	€ 662.400,--	+10%
Investering zonnecollectoren	-10%	€ 990.000,--	+10%
Aanleg elektriciteitsaansluiting	-0%	€ 11.700,--	+25%
Beheer elektriciteitsaansluiting	-0%	€ 558.000,--	+25%
Beheer warmtenet	-30%	€ 2.898.000,--	+0%
Kosten elektriciteit	-0%	€ 2.420.000,--	+40%
Kosten rente	-50%	€ 1.848.000,--	+50%
Investering elektrische koken	-20%	€ 360.000,--	+20%
Verwijderen gasaansluiting	-20%	€ 144.000,--	+20%

De uitkomsten van de Monte Carlo simulatie zijn weergegeven in Tabel 12. Het P5, P15, P50, P85 en P95 percentiel zijn hierin samengevat. De 'base case' levensduurkosten van deze configuratie bedragen € 13,9 miljoen. De 70% onzekerheidsbandbreedte daaromheen bedraagt ruim € 4,3 miljoen. De belangrijkste oorzaken voor de onzekerheid zijn de beheerkosten van het warmtenet (49%) en de kosten voor de rente op de af te sluiten lening.

Tabel 12 De uitkomsten van de Monte Carlo simulaties

Percentiel	Waarde
P5	€ 10.414.000,--
P15	€ 11.590.000,--
P50	€ 13.874.000,--
P85	€ 16.326.000,--

P95

€ 17.544.000,--

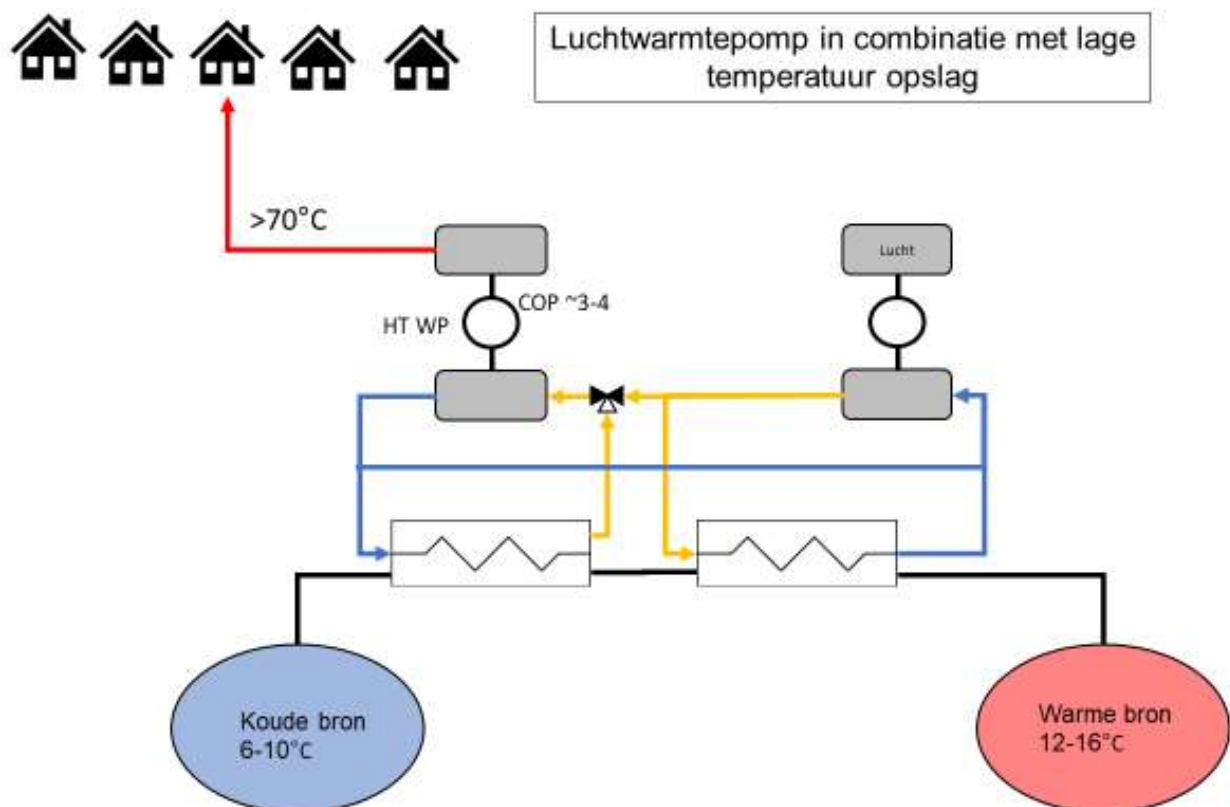
Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag van de systemen speelt bij deze configuratie ook een rol. Er hoeven geen ingrijpende ondergrondse werkzaamheden uitgevoerd te worden zoals bij de aanleg van een HoCoSto opslagbassin. Er is echter nog wel bovengronds ruimte nodig voor het plaatsen van de ~5.000 m² aan zonnecollectoren. Dit is een oppervlak dat slechts 2/3 bedraagt van het benodigde oppervlak in de configuratie *Zon + HoCoSto*, maar ook hiervoor geldt dat deze ruimte niet in zijn geheel beschikbaar is nabij de wijk. Het veld aan de Maasdijkseweg heeft een oppervlak van slechts 1.700 m², en ook andere omringende terreinen zijn niet groot genoeg. Er zal dus gekeken moeten worden naar een braakliggend terrein dat verder weg ligt van de Venenwijk of naar het gebruik van de daken van woonhuizen of omliggende bedrijfspanden.

5.3 Lucht WP + WKO

Deze configuratie bestaat uit een systeem van luchtwarmtepompen die warmte opwekken, die vervolgens opgeslagen wordt in een lage temperatuur WKO. Centraal in dit systeem staan de verschillende typen warmtepompen die nodig zijn: in de zomer is er een vraag naar lage temperatuur warmte, welke direct door de luchtwarmtepompen ingevuld kan worden. In de winter is de vraag naar warmte groter dan het aanbod en is ook hoge temperatuur warmte nodig. Hiervoor wordt de buffer in het WKO-systeem aangesproken. De lage temperatuur warmte in de opslag moet voordat voor levering eerst opgewaardeerd worden met behulp van hoge temperatuur warmtepompen. Het derde type pompen in de configuratie zijn de pompen die het warme water in en uit de WKO pompen.

In principe is dit systeem vergelijkbaar met de configuratie *Zon + WKO*, de zonnecollectoren zijn in dit systeem alleen vervangen voor een lucht-water warmtepomp. Ten opzichte van de systemen met de zonnecollectoren zal het ruimtebeslag voor de opwekkers zeer sterk worden gereduceerd. Het belangrijkste nadeel van de twee warmtepompen in serie is het aanzienlijk lagere rendement, en daarmee de hogere operationele kosten.



Opwekking

Het Sankey diagram met energiestromen is weergegeven in Figuur 11. Zoals hierboven beschreven, zijn twee in serie geschakelde typen warmtepompen nodig: een lage temperatuur luchtwarmtepomp die warmte uit de lucht opslaat in de WKO, en een hoge temperatuur warmtepomp die deze warmte opwaardeert zodat het geleverd kan worden aan de woningen. Precies de helft (~4.000 GJ) van de totale opgewekte hoeveelheid warmte met de luchtwarmtepompen kan na opwaardering met een HT-warmtepomp direct aan de woningen geleverd worden. De andere helft wordt opgeslagen in de WKO. Verliezen hier bedragen 1.000 GJ aan de bodem en 400 GJ aan de warmtepompen zelf. Deze verliezen worden gecompenseerd doordat de verbruikte elektriciteit van de HT-warmtepompen omgezet wordt in ~2.300 GJ aan warmte.

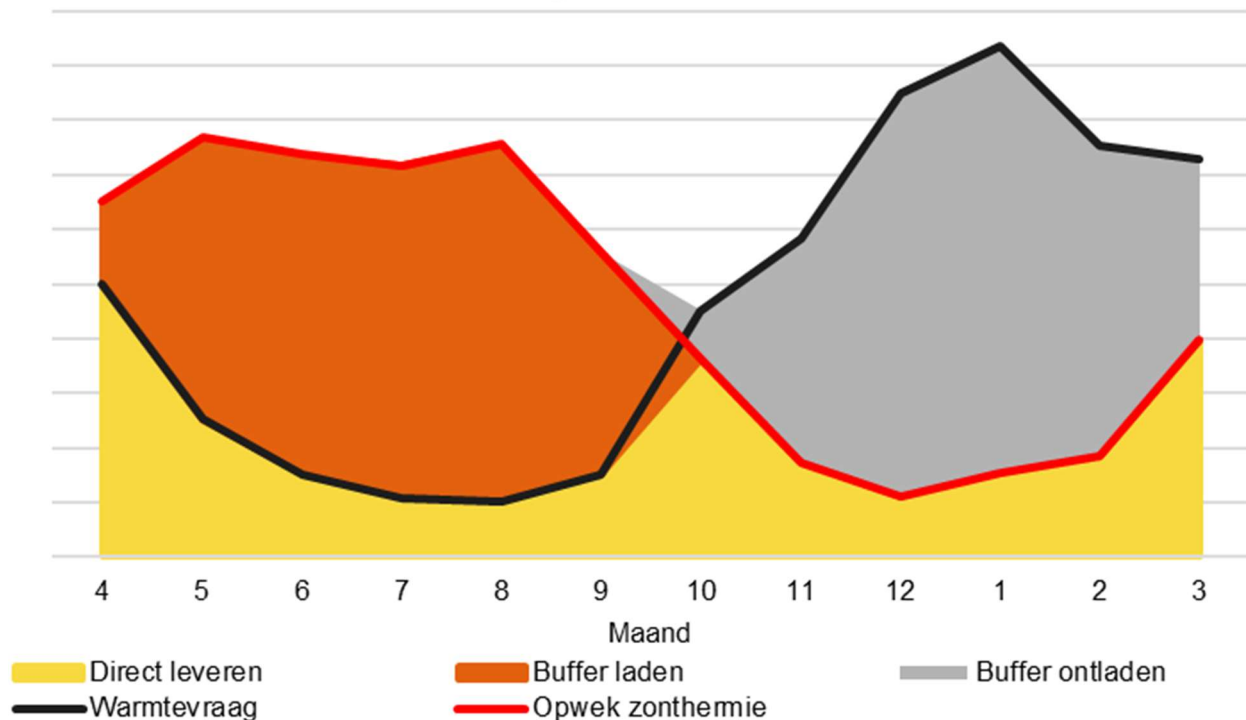
Er wordt vanuit gegaan dat de lucht warmtepomp aanspringt bij een buitentemperatuur van 10 graden omdat de efficiëntie dan hoger is. Hier wordt gerekend met een COP van 4. Dit betekent dat op basis van het NEN 5060 klimaatjaar de warmtepomp ongeveer 4100 draaiuren heeft en een vermogen van ongeveer 400 kW. Deze warmte kan direct gevoed worden aan de hoge temperatuur warmtepomp of aan de WKO. Ook hier is een energiebalans opgesteld (Figuur 10).

Opslag

De aangenomen gemiddelde jaarlijkse warmtevraag uit de Venenwijk bedraagt 7.927 GJ. Omdat het systeem een hoge leveringszekerheid moet hebben, maken we echter gebruik van de warmtevraag in referentiejaar NEN 5060 (zoals beschreven in paragraaf 3.1). Deze bedraagt 10.031 GJ. Omdat deze hoeveelheid warmte niet in één keer uit de opslag wordt gehaald, is de opslagcapaciteit lager. Om te berekenen hoeveel warmte de opslag minimaal moet kunnen bevatten, is ook voor deze configuratie een energiebalans opgesteld. Voor deze configuratie dient 61% van de opgewekte warmte opgeslagen te worden, 6069 GJ totaal. De rest kan direct geleverd worden.

Deze energiebalans is weergegeven in de onderstaande figuur. De rode lijn geeft de opgewekte hoeveelheid lage-temperatuur luchtwarmte per maand weer. Een deel hiervan wordt direct via de hoog temperatuur warmtepomp aan de woonhuizen geleverd; het deel van de in zwart weergegeven warmtevraag dat direct ingevuld kan worden door de opbrengst van de warmtepomp is weergegeven in geel. Met de resterende hoeveelheid opgewekte warmte wordt de WKO gevuld. In de zomermaanden is sprake van een netto positief saldo, in de wintermaanden is meer warmte nodig dan opgewekt kan worden. Dit gebied is weergegeven in grijs. Er moet uiteraard méér warmte in de buffer geladen worden, dan eruit kan worden gehaald. De totale oppervlakte van dit gebied is wat er minimaal aan warmte in de buffer opgeslagen moet kunnen worden. In de wintermaanden wordt deze warmtevoorraad aangesproken. Daarvoor moet de lage temperatuur warmte eerst wel opgewaardeerd worden naar een hogere temperatuur.

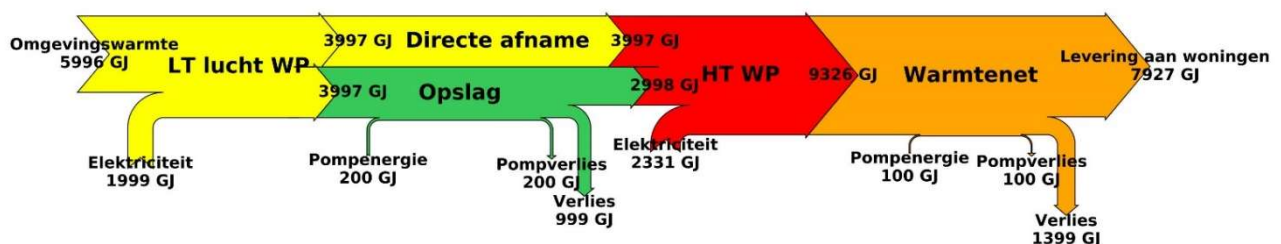
Energiebalans



Figuur 10 Principe energiestromen warmtebuffer

In Figuur 11 zijn de energiestromen weergegeven (op basis van energieverbruik 2018). Wat opvalt is dat er veel elektriciteit nodig is om warmte te transporteren en op te waarderen. De totale seizoensperformance factor van deze configuratie kan als volgt berekend worden: $\frac{7927}{1999+200+2331+100} = 1,7$. Hiermee leidt deze configuratie tot forse verliezen. Verliezen in het warmtenet zijn gelijk aan de hierboven genoemde configuratie.

Energiestromen diagram - LT lucht warmtepomp + LT opslag (GJ/jaar)



Figuur 11 Het Sankey diagram voor de configuratie Lucht WP + WKO

Kosten

In het scenario met een centrale lucht warmtepomp wordt deze ook gebruikt voor het vullen van de seizoensopslag, dat verklaart het relatief hoge elektriciteitsverbruik in dit scenario. De beheerkosten van het warmtenet zijn gelijk aan de twee scenario's met zonnecollectoren als warmtebron.

Tabel 13 De input voor de Monte Carlo simulaties

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Aanleg warmtenet	-20%	€ 2.760.000,--	+20%

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Kosten opslag	-20%	€ 705.000,--	+20%
Kosten centrale LT-warmtepomp	-0%	€ 201.000,--	+15%
Kosten centrale HT-warmtepomp	-0%	€ 1.093.000,--	+15%
Afleverzet in woning	-10%	€ 662.400,--	+10%
Aanleg elektriciteitsaansluiting	-0%	€ 11.700,--	+25%
Beheer elektriciteitsaansluiting	-0%	€ 558.000,--	+25%
Beheer warmtenet	-30%	€ 2.898.000,--	+0%
Kosten elektriciteit	-0%	€ 4.244.000,--	+40%
Kosten rente	-50%	€ 1.555.000,--	+50%
Investerings elektrisch koken	-20%	€ 360.000,--	+20%
Verwijderen gasaansluiting	-20%	€ 144.000,--	+20%

De uitkomsten van de Monte Carlo simulatie zijn weergegeven in Tabel 14. Het P5, P15, P50, P85 en P95 percentiel zijn hierin samengevat. De 'base case' levensduurkosten van deze configuratie bedragen ruim € 15,1 miljoen. De 70% onzekerheidsbandbreedte daaromheen bedraagt € 4,2 miljoen.

Tabel 14 De uitkomsten van de Monte Carlo simulaties

Percentiel	Waarde
P5	€ 12.219.000,--
P15	€ 13.120.000,--
P50	€ 15.126.000,--
P85	€ 17.305.000,--
P95	€ 18.359.000,--

Ruimtebeslag

Het grote oppervlak dat nodig is voor zonnecollectoren speelt geen rol voor deze configuratie. Luchtwarmtepompen halen geen energie uit zonlicht en zijn derhalve veel compacter dan zonnecollectoren. Het veld aan de Maasdijkseweg zou een geschikte locatie zijn voor de luchtwarmtepompen, zeker ook omdat de ruimte die gebruikt wordt voor de opwekking gecombineerd kan worden met de ondergrondse WKO-installatie.

5.4 Lucht WP klein

Omdat gaandeweg het onderzoek duidelijk werd dat de kosten van configuraties die gebruik maken van seizoensopslag allemaal boven het nulscenario uit zouden komen, zijn nog twee configuraties doorgerekend die deze opslag vermijden en hierdoor de investeringskosten significant drukken. De configuratie Lucht WP klein gaat uit van individuele luchtwarmtepompen die in de tuinen van bewoners van de Venenwijk geplaatst worden. De warmtepompen leveren water met een temperatuur van maximaal 70°C aan de woningen. De warmte wordt geleverd aan de CV-ketel, dus er hoeven behalve het verwijderen van de gasaansluiting en de aanleg van een elektrisch fornuis geen aanpassingen in de woningen gedaan te worden. Huiseigenaren besluiten zelf om mee te doen met het project.

Geluid van Warmtepompen

Strengere geluidseisen voor buitengeplaatste warmtepompen en airco's
Nieuwsbericht | 22 mei 2019 | 15:00 (rijksoverheid.nl)

Buiten de woning geplaatste warmtepompen en airco's mogen straks niet meer dan 40dB geluid veroorzaken bij de burens. Dit is één van diverse wijzigingen aan het Bouwbesluit die de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties vandaag naar de Tweede Kamer heeft gestuurd. Het toepassen van warmtepompen vindt steeds meer plaats en met deze wijzigingen wordt geluidsoverlast voor de omgeving voorkomen. (deze nieuwe geluidsnorm gaat in per 1 juli 2020).

Het sterke punt van deze oplossing is de eenvoud, er hoeven namelijk geen seizoensopslag en warmtenet aangelegd te worden. De investeringskosten zijn beperkt en dus zijn ook de rentekosten laag. De gebruikskosten van dit systeem zijn vrij hoog omdat de warmtepompen op elektriciteit draaien. Deze oplossing valt ook buiten de scope van de initiatiefgroep, uitgangspunt daar was geen of zo min mogelijk aanpassingen aan de individuele woningen. Bij een individuele oplossing moet voor elektriciteit het relatief hoge kleinverbruik tarief betaald worden. Voor- en tegelijkertijd nadeel is de schaalbaarheid: bewoners kunnen op hun eigen tijd en in hun eigen tempo hun huis van het gas halen, maar dit levert het risico dat slechts een klein gedeelte van de Venenwijk besluit om hun huis van het gas te halen. Een ander nadeel is de grote hoeveelheid elektriciteit die verbruikt wordt. Tot slot is een belangrijk aandachtspunt de keuze van de warmtepomp, de plaatsing van de buitenunit en het geluid dat deze produceert.



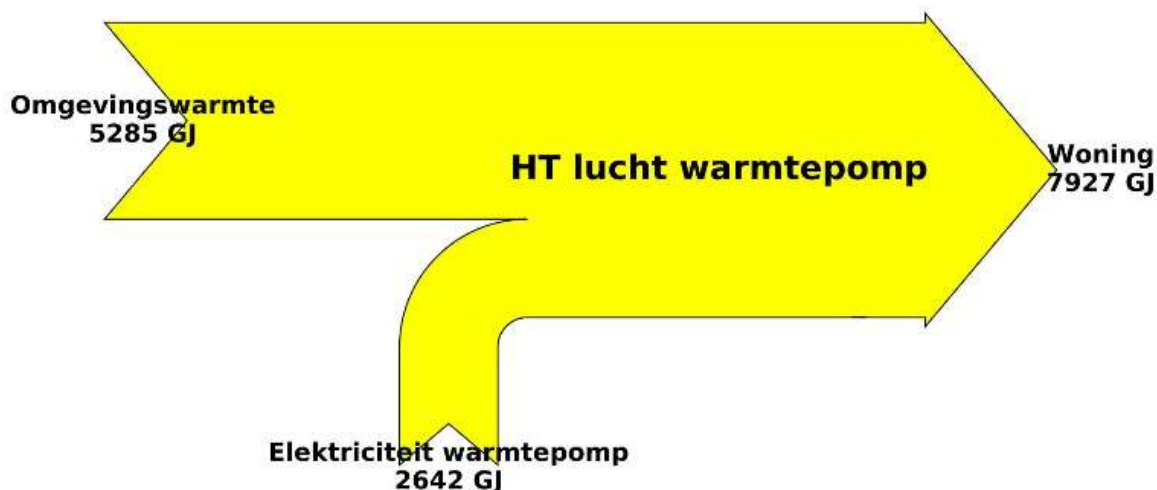
Figuur 12 Voorbeeld van een individuele hoge temperatuur lucht-water warmtepomp. Deze warmtepomp gebruikt propaan (R290) als koudemiddel, met een laag broeikaseffect als het vrij zou komen in de atmosfeer. De afgebeelde unit van het fabrikaat Alpha innotec heeft een geluidsproductie van 50 dB(A) op 1 meter afstand. 's Nachts gaat dit naar 44 dB(A). Hiermee lijkt de nieuwe strenge geluidsnorm haalbaar bij vrijstaande huizen en twee-onder-een-kap. Voor opstellingen bij rijtjeswoningen of appartementen is aandacht nodig voor geluidsdemping om geen overlast te veroorzaken

Opwekking

Het Sankey diagram met daarin de energiestromen staat in Figuur 13. Het diagram is veel simpeler dan voor de bovenstaande configuraties vanwege het ontbreken van de seizoensopslag en het warmtenet. Dit

betekent ook dat er geen verliezen zijn en dat deze dus niet gecompenseerd hoeven te worden met de opwekking van extra warmte. De warmtepompen hebben een COP van 3; een derde van de benodigde warmte (~2.600 GJ) wordt dus geleverd door de elektriciteit. Bewoners kunnen ervoor kiezen om deze elektriciteit te leveren door middel van zonnepanelen; de collectieve oplossing hiervoor wordt beschreven in de configuratie *Lucht WP + Zon*.

Energiestromen diagram - Individuele warmtepomp (GJ/jaar)



Figuur 13 Het Sankey diagram voor de configuratie Lucht WP klein

Kosten

In het scenario met kleine individuele warmtepompen is de investering voor een warmtenet niet nodig. Wij gaan uit van hoog temperatuur warmtepompen die maximaal 70°C aan de CV-installatie kunnen leveren. Een relatief kleine investering is nodig voor het aanpassen van alle elektriciteitsaansluitingen naar 3x25A. De relatief lage rentekosten kunnen verklaard worden uit het feit dat de initiële investering veel lager met circa 2 miljoen euro veel lager is dan bij de centrale systemen. Na 15 jaar moeten de warmtepompen worden vernieuwd. De hoge energiekosten in dit scenario worden veroorzaakt door het feit dat een kleinverbruiker veel meer energiebelasting betaalt dan een grootverbruiker.

Tabel 15 De input voor de Monte Carlo simulaties

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Aanleg HT individuele warmtepomp	-0%	€ 4.320.000,--	+15%
Onderhoud warmtepomp	-15%	€ 773.000,--	+15%
Ombouw aansluitingen naar 3x25A	-5%	€ 37.000,--	+5%
Elektriciteitsverbruik warmtepompen	-0%	€ 4.290.000,--	+40%
Kosten rente	-50%	€ 690.000,--	+50%
Investering elektrische koken	-20%	€ 360.000,--	+20%

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Verwijderen gasaansluiting	-20%	€ 144.000,--	+20%

De uitkomsten van de Monte Carlo simulatie zijn weergegeven in Tabel 16. Het P5, P15, P50, P85 en P95 percentiel zijn hierin samengevat. De 'base case' levensduurkosten van deze configuratie bedragen ruim € 11,9 miljoen. De 70% onzekerheidsbandbreedte daaromheen bedraagt € 2,4 miljoen.

Tabel 16 De uitkomsten van de Monte Carlo simulaties

Percentiel	Waarde
P5	€ 9.777.000,--
P15	€ 10.150.000,--
P50	€ 11.191.000,--
P85	€ 12.519.000,--
P95	€ 13.249.000,--

Ruimtebeslag

Deze configuratie heeft een zeer beperkt ruimtebeslag. Omdat er geen collectieve opwekvoorziening en geen seizoensopslag gerealiseerd wordt, is geen openbare ruimte benodigd. De enige ruimte die nodig is, bevindt zich in de tuinen van bewoners. Ook wordt geen warmtenet aangelegd, dus er hoeven geen ingrijpende werkzaamheden in de ondergrond van de Venenwijk uitgevoerd te worden.

5.5 Lucht WP + postcoderoos

Deze configuratie is gelijk aan de configuratie *Lucht WP klein*, met als toevoeging een collectieve zon-PV-installatie die 's zomers de benodigde elektriciteit voor de luchtwarmtepompen compenseert. Deze toevoeging heeft meerdere voordelen ten opzichte van de configuratie zonder zonnestroom. De oplossing is hiermee dus (op korte termijn) een duurzamere variant van de configuratie *Lucht WP klein*.

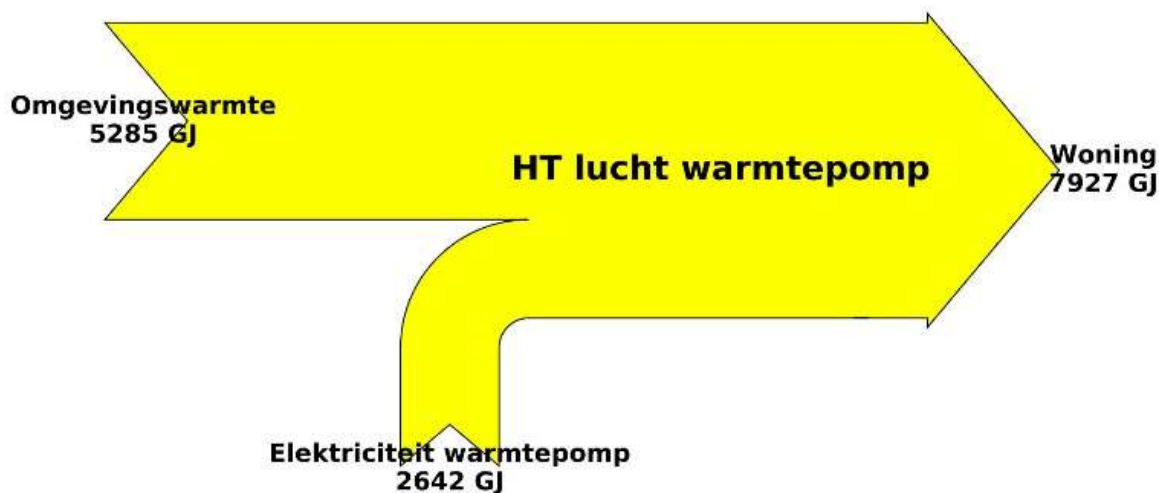
Daarbij kunnen de leden van de energiecoöperatie die hebben geïnvesteerd in de collectieve zon-PV-installatie gebruik maken van de postcoderoosregeling. De officiële naam hiervan is de 'Regeling Verlaagd Tarief'. Coöperatielieden krijgen dankzij hun investering een forse korting op de energielasting. Deelname is mogelijk tot maximaal het elektriciteitsverbruik van een huishouden met een maximum van 10.000 kWh per jaar. Het risico van deze regeling is dat de overheid kan besluiten de regeling te wijzigen. De regeling biedt ook kansen, de vraag naar elektriciteit zal in de toekomst toenemen, dan is het gunstig om als coöperatie eigenaar te zijn van een opwekinstallatie.

Nadelen van de configuratie zijn ten eerste dat iedere huiseigenaar voor zichzelf moet besluiten om luchtwarmtepompen te plaatsen en er dus een risico bestaat dat slechts een gedeelte van de Venenwijk van het aardgas gaat. Daarbij dient er, om te voldoen aan de volledige elektriciteitsvraag van de luchtwarmtepompen in de zomer, een groot aantal zonnepanelen geplaatst te worden. Een dergelijke hoeveelheid zonnepanelen heeft een fors ruimtebeslag.

Opwekking

In Figuur 14 is het Sankey diagram voor de configuratie *Lucht WP + postcoderoos* weergegeven. De energiestromen zijn gelijk aan die in de configuratie *Lucht WP klein*. Een klein deel van de benodigde elektriciteit op jaarbasis wordt geleverd door de collectieve zon-PV-installatie.

Energiestromen diagram - Individuele warmtepomp (GJ/jaar)

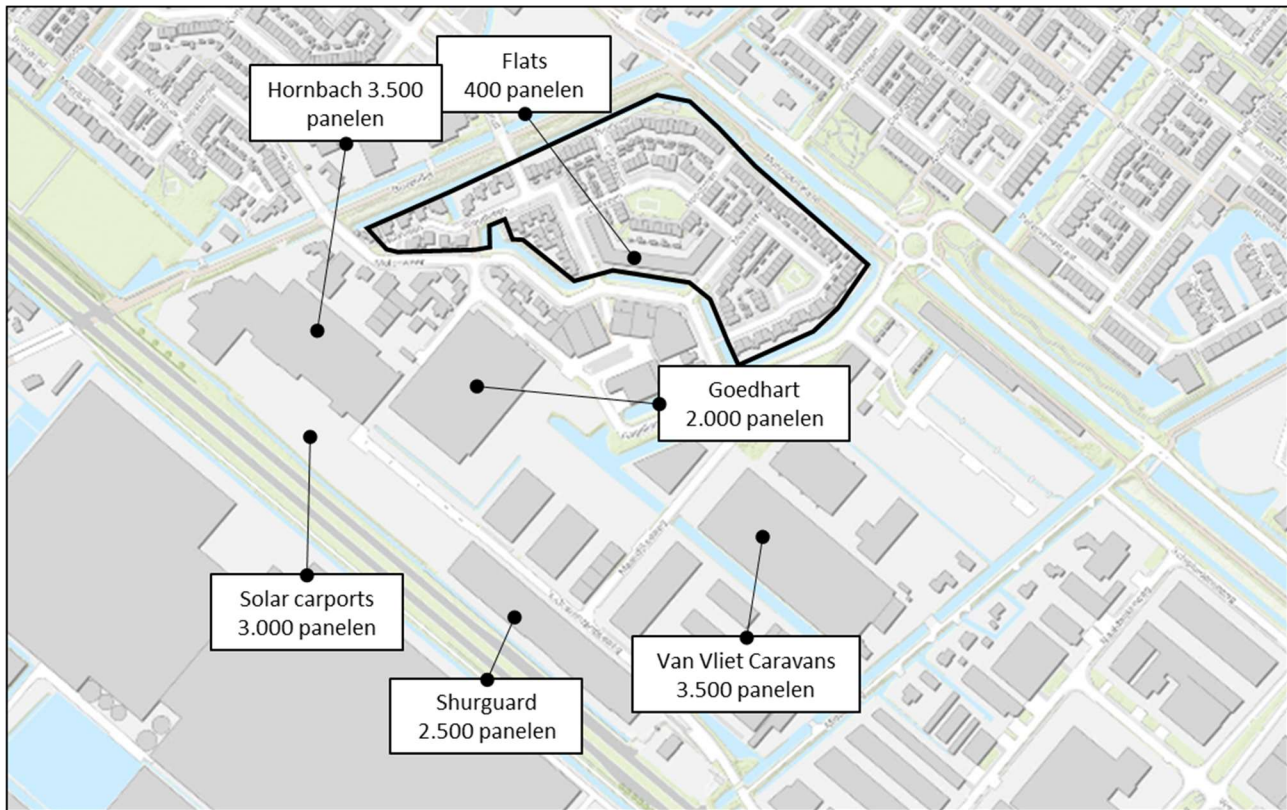


Figuur 14 Het Sankey diagram voor de configuratie *Lucht WP + postcoderoos*

5.5.1 Kansen voor collectieve PV-installatie

De Venenwijk ligt aan de rand van Wieringen en vlakbij diverse grote bedrijven. De omvangrijke dakoppervlakken van onder andere Shurguard en Hornbach bieden mogelijkheden om in de buurt een collectieve PV-installatie te plaatsen. Ook de woningcorporatie die de huurflats in de Venenwijk in bezit heeft, zou gevraagd kunnen worden of zij de daken van de flats beschikbaar wil stellen. De aanleg van een collectieve PV-installatie op een dak van derden vergt een aantal juridische stappen, hiermee is in Nederland inmiddels ruim ervaring opgedaan bij diverse lokale energiecoöperaties. Er is echter vaak onwil bij bedrijven om hun dak beschikbaar te stellen voor de plaatsing van zonnepanelen; voor veel bedrijven is energieopwekking niet de *core business*, en de bedrijven worden na de plaatsing van zonnepanelen geconfronteerd met een forse toename in verzekeringspremies. In het geval dat een groot bedrijf in de buurt van de Venenwijk zijn dak toch beschikbaar willen stellen, hoeven niet alle huiseigenaren hun daken aan te wenden voor de plaatsing van zonnepanelen. Hieronder een inschatting van de geschiktheid voor PV-panelen afkomstig van <https://www.nationaleenergieatlas.nl/kaarten>.





Figuur 15 De kansen voor collectieve PV-installaties op daken / parkeerterreinen van derden

Kosten

Tabel 17 De input voor de Monte Carlo simulaties

Variabele	Onderwaarde	Kernwaarde	Bovenwaarde
Aanleg HT individuele warmtepomp	-0%	€ 4.320.000,--	+15%
Onderhoud warmtepomp	-15%	€ 773.000,--	+15%
Elektriciteitsverbruik warmtepompen	-0%	€ 4.290.000,--	+40%
PV-installatie	-15%	€ 744.000,--	+5%
Omvormers	-0%	€ 106.000,--	+15%
Kosten aansluiting	-10%	€ 19.000,--	+10%
Verzekering	-15%	€ 59.000,--	+15%
Vastrecht zuivere terugleveraansluitingen	-20%	€ 18.000,--	+20%
Onderhoud PV-installatie	-0%	€ 951.000,--	+20%
Kosten rente	-50%	€ 690.000,--	+50%
Investering elektrische koken	-20%	€ 360.000,--	+20%
Verwijderen gasaansluiting	-20%	€ 144.000,--	+20%

De uitkomsten van de Monte Carlo simulatie zijn weergegeven in Tabel 18. Het P5, P15, P50, P85 en P95 percentiel zijn hierin samengevat. De 'base case' levensduurkosten van deze configuratie bedragen € 10,4 miljoen. De 70% onzekerheidsbandbreedte daaromheen bedraagt ruim € 2,3 miljoen. De belangrijkste oorzaken voor de onzekerheid zijn het elektriciteitsverbruik (32%), de rentekosten op de af te sluiten lening (31%) en de investeringskosten voor de individuele luchtwarmtepompen (29%). In vergelijking met de configuratie *Lucht WP klein* hebben de deels vermeden en deels goedkopere afname van stroom volgens het kleinverbruikerstarief een netto positief effect ter waarde van ruim € 850.000,-- over de zichtperiode van 30 jaar.

Tabel 18 De uitkomsten van de Monte Carlo simulaties

Percentiel	Waarde
P5	€ 8.908.000,--
P15	€ 9.322.000,--
P50	€ 10.354.000,--
P85	€ 11.602.000,--
P95	€ 12.261.000,--

Ruimtebeslag

Voor deze configuratie geldt hetzelfde als voor de configuratie *Lucht WP klein*; openbare ruimte voor de opwekking en het transport van warmte is niet nodig. Er dienen, als het elektriciteitsverbruik van alle individuele warmtepompen in de zomer uit eigen buurt komt, echter wel 3.300 PV-panelen geïnstalleerd te worden in of rond de Venenwijk. Om alle benodigde zonnepanelen te plaatsen, is de Venenwijk afhankelijk van individuele bewoners of nabijgelegen bedrijven die hun daken beschikbaar stellen.

6 AFGEVALLEN OPLOSSINGSRICHTINGEN

6.1 Opwekking

6.1.1 Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

Het concept

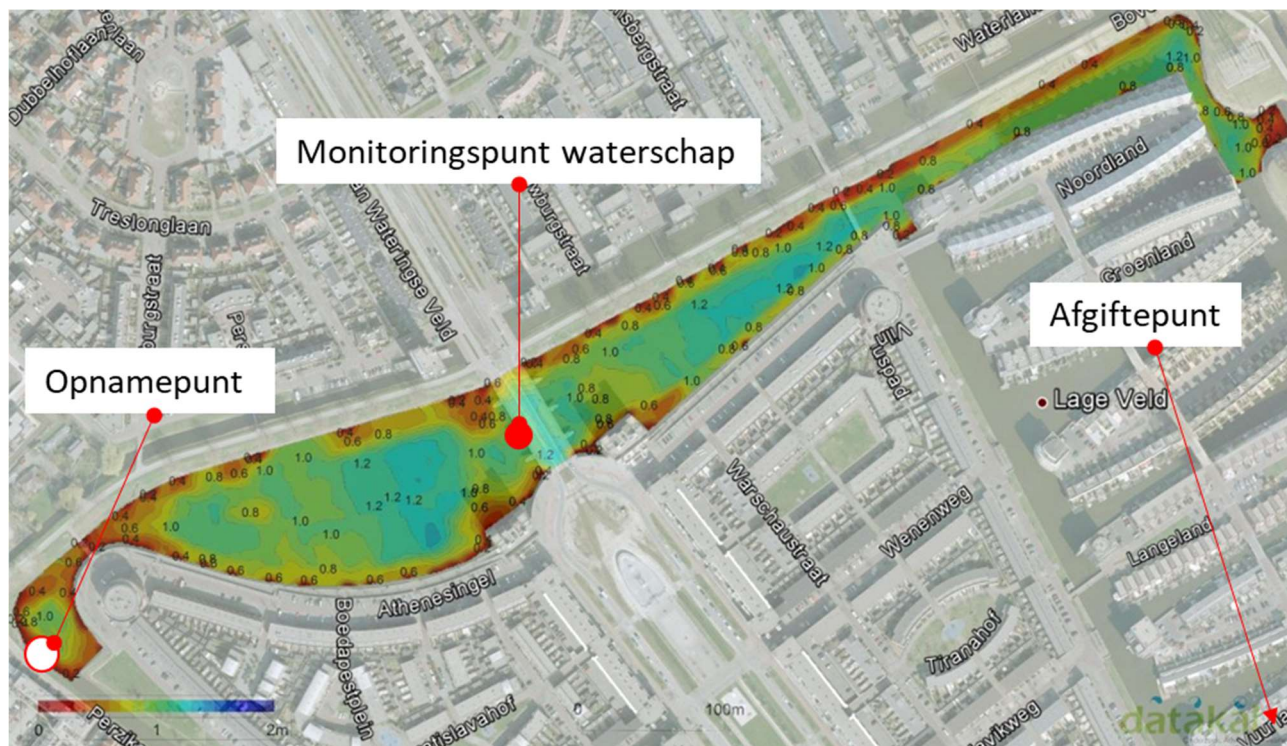
Uit een landelijke verkenning die uitgevoerd is door IF Technology (2016) blijkt dat thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) een potentieel belangrijke duurzame bron van warmte kan zijn: TEO kan naar schatting tot 12% van de warmtevraag in Nederland leveren. Daarmee is deze techniek één van de meest kansrijke alternatieven voor het aardgasvrij maken van woonwijken, vooral in waterrijke omgevingen. Bijkomend voordeel van TEO is dat de ruimtelijke impact beperkt is en dat het verlagen van de temperatuur van het oppervlaktewater een positief effect heeft op hittestress en (ecologische) waterkwaliteit. Om een collectieve oplossing met TEO kansrijk te laten zijn, moet de warmtevraag in een woonwijk minimaal 2.000 GJ per jaar zijn en moet de warmtevraagdichtheid boven 600 GJ/ha liggen (CE Delft & Deltares, 2018). De Venenwijk voldoet aan deze criteria.

Bij TEO wordt in de regel warmte gewonnen uit water met een minimumtemperatuur van 15°C. De minimale lozingstemperatuur bedraagt 11°C en de uitkoeling mag niet hoger zijn dan 8°C om nadelige ecologische effecten te voorkomen. Het overgrote deel van de warmte wordt gewonnen tijdens de zomermaanden als de temperatuur van het water hoog is. In het watersysteem zijn pompen en warmtewisselaars nodig om het de warmte uit het oppervlaktewater te onttrekken. De lage temperatuur die hiermee gewonnen wordt, moet worden opgewaardeerd en opgeslagen.

Haalbaarheid

Om de haalbaarheid van TEO voor de Venenwijk te toetsen, is gebruik gemaakt van een aantal rapporten waarin vergelijkbare projecten beschreven worden. Dit zijn de rapporten Kengetallen aquathermie, (IF Technology, 2019), Handreiking Thermische Energie uit Oppervlaktewater (STOWA, 2017), Portfolio Thermische Energie uit Oppervlaktewater (STOWA, Unie van Waterschappen en IF Technology, 2018) en een haalbaarheidsstudie naar onder andere TEO in de Vruchtenbuurt in Den Haag (IF Technology, 2018). Deze documenten bevatten een groot aantal kengetallen voor zowel technische als financiële aspecten van deze oplossingsrichting.

Op basis van de beschikbare literatuur en ervaring met een soortgelijk project in Breda blijkt de sloot rondom de Venenwijk onvoldoende groot te zijn om een betekenisvolle bijdrage te leveren aan een de warmtevraag van de wijk. De acht referentieprojecten die in Tabel 8 samengevat zijn, maken alle gebruik van water met dieptes van minimaal 2 meter en breedtes die in de tientallen meters lopen. De sloot rondom de wijk is daarentegen slechts ongeveer 0,8 meter diep en 6 meter breed. Als alternatief is daarom gerekend met de plassen die in de wijk Esselanden aan de Bovendijk liggen (Hemelwater Wateringse Veld, zie ook Figuur 16). Deze plassen hebben een gezamenlijke oppervlakte van 10 hectare en zijn gemiddeld 0,8 meter diep (Figuur 16). Probleem hierbij is wel dat de plassen op een afstand van 700 meter van de wijk liggen, waardoor een waterleiding langs de Bovendijk aangelegd zal moeten worden. In- en uitstroomopeningen dienen zo ver mogelijk van elkaar te liggen, waardoor deze waterleiding ook nog verlengd moet worden.



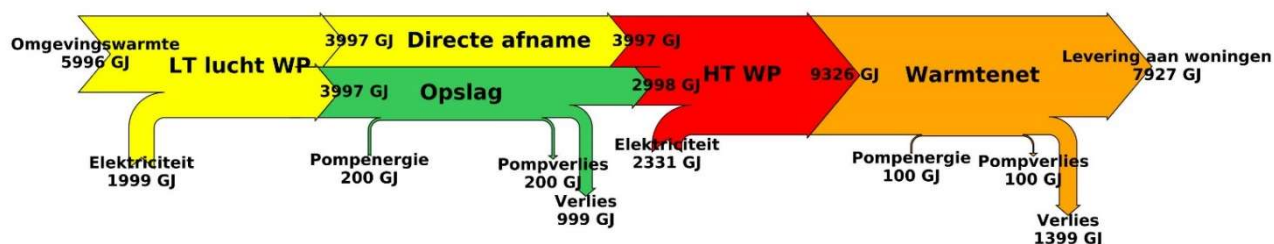
Figuur 16 De plas in de wijk Esselanden. Bron: <https://ghvgroenehart.nl/dieptekaarten/>

Er is een aantal stappen uitgevoerd om tot een beoordeling van de kansrijkheid van TEO uit het Hemelwater Wateringse Veld:

- Allereerst is de temperatuurmeetreeks van het monitoringspunt in het Hemelwater bij het Hoogheemraadschap Delfland opgevraagd. Op basis hiervan is een inschatting gedaan van de hoeveelheid potentieel te winnen warmte op jaarbasis. Bij deze berekening is uitgegaan van twee alternatieven: een conservatief alternatief met de parameters zoals hierboven beschreven, en een optimistisch alternatief zonder minimale onttrekkingstemperatuur en een minimale lozingstemperatuur van 4°C (versus 8°C in het conservatieve alternatief). Beide alternatieven zijn ervan uitgegaan dat het water in de plas binnen een week weer opgewarmd is naar de temperatuur zoals die in afgelopen jaren door het Hoogheemraadschap gemeten is.
- Daarnaast is een inschatting gemaakt van de kosten van een leiding van de Venenwijk naar het Hemelwater. Deze inschatting is door een waterbouwkundige kostendeskundige op kengetallenniveau gedaan. De kosten bestaan uit materiaal- en aanlegkosten, uitvoeringskosten en een opslag voor algemene kosten, winst en risico. Dit is conform de SSK-methodiek die gehanteerd wordt bij kostenramingen van infrastructurele projecten.
- Op basis van de referentieprojecten in de hierboven genoemde bronnen is een inschatting gedaan van de potentiële kosten van de oplossing voor de Venenwijk. Een samenvatting van de belangrijkste parameters is gegeven in Tabel 8. Projecten in de dataset zijn alle gekoppeld aan een WKO-systeem en de kosten voor de aanleg en exploitatie hiervan zijn meegenomen in de kostprijs. Het merendeel van de projecten in deze tabel is onderdeel van zowel de dataset van IF Technology als die van STOWA. Daarom zijn voor deze projecten kostprijzen uit beide rapporten afgeleid. Op basis van de investerings- en exploitatiekostprijzen is voor iedere set parameters een totaalprijs voor de situatie in de Venenwijk berekend. Deze totaalprijs is inclusief de kosten voor de pijpleiding.

Warmtewinning door middel van waterpompen is vergelijkbaar met de configuratie *Luchtwarmtepomp + WKO* (Figuur 17). Dit betekent dat de oplossing energetisch vrij onvoordelig is; 1/3^e van de benodigde

Energiestromen diagram - LT lucht warmtepomp + LT opslag (GJ/jaar)



Figuur 17; het Sankey diagram voor de configuratie Luchtwarmtepomp + WKO die vergelijkbaar is voor een configuratie met TEO.

warmte wordt geleverd door de verbruikte elektriciteit. In totaal is ongeveer 6.000 GJ per jaar aan omgevingswarmte uit het water nodig. De temperatuurmeetreeksen van het Hemelwater laten zien dat de watertemperatuur gedurende 19 weken per jaar hoger is dan 14°C, de minimale temperatuur waarbij in het conservatieve alternatief warmte opgewekt kan worden. Om aan de warmtevraag van de Venenwijk te voldoen, moet er gedurende deze 19 weken water aan het Hemelwater onttrokken worden met een debiet van 70 m³. Deze getallen komen in de buurt van de 200 m³ per uur die genoemd wordt in de haalbaarheidsstudie van TEO in de Vruchtenbuurt in Den Haag (IF Technology, 2018). Vergeleken met de projecten in Tabel 19 en gezien het beperkte volume van het Hemelwater is 70 m³ per uur echter erg veel. In het optimistische scenario, waarin er gedurende het hele jaar en zonder minimale uitkoeling warmte gewonnen kan worden, bedraagt het debiet nog steeds 35 m³ per uur. Naast het hoge debiet zijn er nog enkele potentiële problemen: ten eerste is uitgegaan van een situatie waarin het gebruikte water volledig opwarmt tot de temperaturen zoals die gemeten zijn door het Hoogheemraadschap, en deze aanname zal wellicht niet ten volle uitkomen. Ten tweede is er een substantieel risico op kortsluiting bij een te hoge doorstroming van het oppervlaktewater.

De financiële haalbaarheidsberekeningen laten zien dat de kosten van het systeem over de looptijd zouden variëren tussen €2,9 mln en €4,6 mln. De pijpleiding heeft hier een aandeel in ter waarde van €450.000,-. Ook hier enkele kanttekeningen: de kengetallen zijn gebaseerd op de kengetallen van IF Technology, welke significant lager uitvallen dan die van STOWA, zeker voor de kleinere projecten. De inschatting van de kosten is dus aan de optimistische kant. Daarnaast is sprake van schaalvoordeel; bij grotere projecten daalt de kostprijs.

Tabel 19 De gehanteerde kengetallen voor de berekening van de financiële haalbaarheid van TEO voor de Venenwijk. Bronnen: IF Technology (2019) en Unie van Waterschappen en IF Technology (2018)

Project	Zelling	Baronie Haven	Fabrieks-kwartier	De Beurs	Genderdal	Dordtse Kil	Merwede-kanaalzone
Gemeente	Nieuwer-kerk a/d IJssel	Alphen a/d Rijn	Tilburg	Leeuwarden	Eindhoven	Dordrecht	Utrecht
Warmtevraag (GJ/jaar)	828	1.368	3.672	2.844	5.652	6.300	40.680
Warmteonttrekking (GJ/jaar)	486	655	1.764	1.908	3.960	4.788	27.360
Type water	Groot stilstaand	Groot stilstaand	Middelgroot stilstaand	Klein stilstaand	Middelgroot stilstaand	Groot stromend	Middelgroot stilstaand
Breedte water (m)	100	100	25	28	16	250	34
Diepte water (m)	4	6	2	2	2	9	3
Benodigd debiet (m³ / uur)	10	10	30	30	54	58	320

Kostprijs investering (STOWA) (€/GJ)	€ 1.728	€ 2.289	€ 1.587	€ 249	€ 530	€ 188	€ 1.005
Kostprijs exploitatie (STOWA) (€/GJ)	€ 56	€ 72	€ 62	€ 22	€ 21	€ 13	€ 37
Kostprijs investering (IF) (€ / GJ)		€ 250	€ 218	€ 244	€ 216	€ 160	€ 192
Kostprijs exploitatie (€ / GJ)		€ 5	€ 5	€ 4	€ 3	€ 3	€ 4
Investeringskosten (kentallen IF)		€ 4.567.000	€ 4.124.000	€ 4.268.000	€ 3.704.000	€ 2.904.000	€ 3.626.000

Conclusie

Op basis van de gedane berekeningen concluderen wij dat TEO waarschijnlijk geen realistisch alternatief is voor de Venenwijk. Om aan de warmtevraag te kunnen voldoen, moet water onttrokken worden aan het Hemelwater met een debiet van 35-70 m³ per uur. Gezien de omvang van de plas is dit erg veel, en bovendien zijn er risico's op kortsluiting en het niet tijdig opwarmen van het oppervlaktewater. De technische haalbaarheid van de oplossingsrichting zou verder onderzocht kunnen worden, maar een dergelijk detailniveau valt niet binnen de scope van deze fase van de haalbaarheidsstudie.

6.1.2 Warmtewinning uit wegdek

Het concept

Warmte -onttrekking uit wegdek is een oplossing die al bijna twintig jaar toegepast wordt; de eerste zogenaamde thermosweg is in 2002 in IJsselstein aangelegd. Hier is het asfalt van de N210 voorzien van warmtecollectoren van het BIB-type (Buizen in Beton). In een betonlaag die in het asfalt is aangebracht zit een buizenstelsel, waar water doorheen stroomt. In de zomer wordt hiermee zonnewarmte aan het wegdek onttrokken. Dit buizenstelsel is aangesloten op een waterput in de ondergrond, waarin de temperatuur van het water oploopt naar ongeveer 20°C. Via warmtepompen wordt de temperatuur van het water opgehoogd. Dit systeem levert 0,5-1,0 GJ/m²/jaar aan warmte.

Een soortgelijk systeem zou mogelijk kansrijk zijn in de Venenwijk. Hiervoor zou de N211 ten zuiden van de wijk gebruikt kunnen worden; dit vergt echter wel verregaande aanpassingen aan het wegdek.

Haalbaarheid

De N211 is de meest logische weg in de nabijheid van de Venenwijk waarin matten met warmtecollectoren aangelegd zouden kunnen worden. Referentieprojecten zijn echter schaars:

- Eén van de landingsbanen op Schiphol wordt verwarmd met een buizenstelsel dat verwerkt is in het asfalt. Dit systeem is aan het eind van de jaren '90 al geïnstalleerd, en levert voldoende warmte om de gehele terminal mee te verwarmen. Een oppervlak van 6 m² levert evenveel energie op als 1 m² zonnecollector. Deze techniek is natuurlijk enigszins verouderd en het rendement zal in de afgelopen twintig jaar verbeterd zijn; daar staat echter tegenover dat warmtecollectoren in een landingsbaan naar verwachting een beter rendement hebben dan warmtecollectoren op de druk bereden openbare weg.
- In Kockengen in provincie Utrecht is in mei 2018 een mat met een oppervlak van 50 m² aangebracht op een rijstrook van de N401. Eén jaar na de geplande twee jaar werden de panelen verwijderd omdat ze het wegdek te stroef maakten, waardoor de verkeersveiligheid in het geding kwam. Het rendement was wel gunstig: de mat had ca. 2.200 kWh opgeleverd (autovisie.nl).

- In 2016 is er in Normandië ook een dergelijke weg aangelegd. Het rendement liep echter ver achter bij verwachtingen, omdat er te veel verkeer over de weg reed dat het zonlicht blokkeerde. Bovendien bleken hier ook verkeersveiligheidsproblemen te ontstaan.
- Strukton / Ooms in Scharwoude verwarmt sinds 2001 hun kantoorpand middels een membraan met zonnecollectoren dat aangebracht is in een nabije weg. De kosten van het systeem komen uit op € 75,-- tot € 100,-- per m².

Een snelle berekening aan de hand van de cijfers uit bovenstaande projecten leert dat de investeringskosten van een dergelijk systeem in de Venenwijk naar alle waarschijnlijkheid een factor 3 hoger uit zullen vallen dan een systeem waarbij de warmte opgewekt wordt middels zonnecollectoren (Tabel 20).

Tabel 20 Vergelijking op hoofdlijnen tussen de kosten van warmtecollectoren in wegdek en zonnecollectoren

	Warmtecollectoren in wegdek	Zonnecollectoren
Equivalent van 1 m² zonnecollector	0,167	1
Benodigd oppervlak	46.875 m ²	7.500 m ²
Kosten per m²	€ 100,--	€ 200,--
Investeringskosten	€ 4.687.500,--	€ 1.500.000,--

Naast de hogere kosten, zijn er meer bezwaren die deze oplossingsrichting weinig kansrijk maken: zoals de referentieprojecten hierboven laten zien, speelt het risico voor de verkeersveiligheid een grote rol. Bovendien is er weinig duidelijk over het effect van de schaduw van passerende auto's op het theoretische opwekpotentieel van het systeem. Tot slot is de N211 een druk bereden weg en is er veel bestuurlijk draagvlak nodig om de weg te sluiten tijdens de aanleg, en om de risico's voor de verkeersveiligheid te accepteren. Op basis van deze argumenten bevelen wij aan om deze oplossingsrichting niet verder uit te werken.

Conclusie

Wij bevelen aan om deze oplossing niet verder te onderzoeken. De kosten zijn naar alle waarschijnlijkheid zeer hoog en bovendien zijn er risico's voor verkeersveiligheid en het rendement van het systeem.

6.1.3 Geothermie

Het concept

Geothermie is het winnen van warmte uit watervoerende lagen op enkele kilometers onder het aardoppervlak. Met een geothermische gradiënt van 30°C per kilometer heeft het grondwater hier temperaturen van 50 - 90°C en door een doublet met een opname- en afgiftepunt te boren, kan gebruik gemaakt worden van de stroming van het grondwater voor de onttrekking van substantiële hoeveelheden warmte naar het aardoppervlak. Gezien de watervoerende lagen die aanwezig zijn in afzettingen uit het Krijt, Jura en Trias wordt het concept veelvuldig toegepast. Zeker in het Westland vormt geothermie een onderdeel van de warmtemix. Dit komt doordat geothermie slechts toepasbaar is bij grote warmtevragen zoals in de kassen in de regio.

Haalbaarheid

Het winnen van aardwarmte is niet mogelijk als zelfstandige oplossing voor de Venenwijk. De wijk bevat slechts 240 woningen terwijl de investeringen van miljoenen euro's die gemoeid zijn bij het boren van een geothermisch doublet pas interessant worden bij warmtevragen die ordes van grootte hoger liggen. Geothermie is dus slechts een serieuze kandidaat als de Venenwijk aan kan sluiten op een breder initiatief. In het nabijgelegen Wateringse Veld is bijvoorbeeld een warmtenet aangelegd waar 2.500 woningen op aangesloten zijn. In de wijk is een energiecoöperatie actief die de mogelijkheden van aardwarmte aan het onderzoeken is.

Op basis van gegevens van Thermogis.nl is Tabel 7 samengesteld met daarin alle watervoerende gesteentelagen die onder de Venenwijk te vinden zijn. Per formatie is aangegeven op welke diepte hij ligt, wat de dikte, permeabiliteit en temperatuur van de watervoerende laag zijn. Op basis van het winbare vermogen is ingeschat wat de economische potentie is. Uit de tabel blijkt dat er één samengestelde laag is die kansrijk lijkt: de Delft Zandsteen en Alblasserdam Zandsteen die in het late Jura afgezet zijn als kustnabij zandig sediment. Panterra heeft de geothermische potentie van deze lagen onder het nabijgelegen Honselersdijk onderzocht in een rapport uit 2010 en kwam op basis van deze verkenning op een tweetal doubletvoorstellen die zich richtten op de Delft Zandsteen. Een verdere verkenning van de mogelijkheden van geothermie voor de Venenwijk zou zich dus op deze laag moeten richten.

Tabel 21; een overzicht van de dikte, permeabiliteit, temperatuur en het winbare vermogen van de watervoerende lagen onder het Westland. Bron: Thermogis.nl

Formatie	Periode	Top diepte (m)	Dikte (m)	Permeabiliteit (mD)	Temperatuur (Celsius)	Vermogen (MW)	Economische potentie
Midden- en Onder-Noordzee Groep	Paleogeen	487	3	480	25	0	Slecht
Holland & Spijkeniss Groenzand	Krijt	1199	45	19	48	0	Slecht
De Lier	Krijt	1459	91	0	56	0	Slecht
Berkel Zandsteen	Krijt	1843	16	76	66	0	Slecht
Rijswijk	Krijt	2056	36	138	73	1,6	Slecht
Delft Zandsteen & Alblasserdam	Jura	2373	91	850	82	27,8	Goed
Boven- en Onder-Germaanse Trias Groepen	Trias	4138	107	0	134	0	Slecht

Conclusie

Geothermie kan een interessant alternatief zijn voor de Venenwijk; in het Westland wordt op meerdere plaatsen gebruik gemaakt van aardwarmte, en onder de Venenwijk ligt op een diepte van 2.400 meter een poreuze gesteentelaag waaruit water met een warmte van zo'n 80°C gewonnen kan worden. De oplossing kan echter niet zelfstandig door de Venenwijk worden geïnitieerd. Ons advies is dan ook om geothermie niet verder te onderzoeken in het kader van deze haalbaarheidsstudie.

6.1.4 Industriële restwarmte

Het concept

Grote industrieën produceren veel warmte, die zonder verdere maatregelen geëmitteerd wordt naar de omgeving. In Nederland komt jaarlijks ongeveer 125 PJ aan restwarmte met een temperatuur hoger dan 100°C vrij. Een deel van deze warmte wordt afgevangen en gebruikt voor de verwarming van glastuinbouwkassen of woonwijken door de afgevangen warmte in een warmtenet te voeden. Net ten zuiden van de Venenwijk is Bakker Goedhart operationeel. Op www.warmteatlas.nl staat dit bedrijf aangeduid als mogelijk interessante partij voor de toepassing van industriële restwarmte.

Haalbaarheid

Op www.warmteatlas.nl staat de bakkerij als bron met een vermogen van 210 kW aangegeven. Volgens de bron produceert de bakkerij 6.750 GJ aan overtollige warmte per jaar. Hiermee zou grofweg tweederde van de warmtevraag van de Venenwijk kunnen worden ingevuld. Dit betekent echter dat de 210 kW bron het volledige jaar dit vermogen zou moeten produceren. Waarschijnlijk is dit niet het geval.

De oplossing zou toegepast kunnen worden op alle configuraties waar een warmtenet aangelegd wordt. Kosten zijn waarschijnlijk relatief gering. Deze oplossing is in deze fase van de haalbaarheidsstudie niet verder uitgewerkt, mede doordat de oplossing niet zelfstandig ingezet kan worden. De bakkerij produceert onvoldoende warmte, en bovendien maakt de Venenwijk zichzelf afhankelijk van één producent die een restproduct aan de wijk levert. Als de bakkerij zou verhuizen of failliet zou gaan, zou dit leiden tot grote problemen met de warmtevoorziening van de wijk.

Conclusie

Wij bevelen aan om deze oplossing nader te onderzoeken. Bakker Goedhart produceert voldoende overtollige warmte om waarschijnlijk aan een significant deel van de warmtevraag van de Venenwijk te voldoen. Bovendien worden hiermee waarschijnlijk grote investeringen in de opwekking van warmte gedrukt. Groot nadeel is echter dat de Venenwijk afhankelijk zou worden van één partij voor de warmtevoorziening.

6.2 Opslag

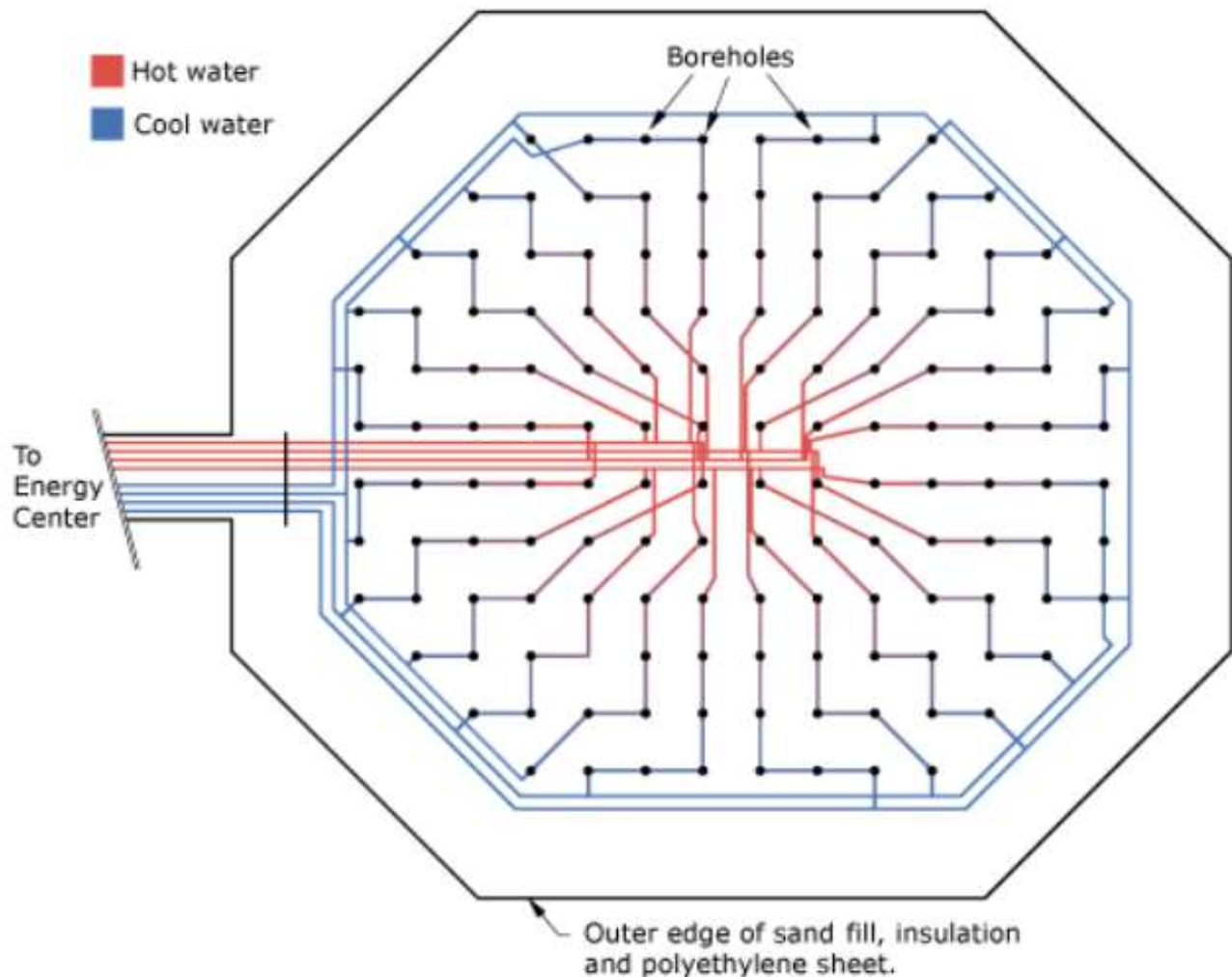
6.2.1 Borehole Thermal Energy Storage (BTES)

Het concept

Dit type opslag gaat uit van een systeem van gesloten warmtewisselaars die in de ondiepe ondergrond worden aangebracht. BTES staat voor Borehole Thermal Energy Storage en is een bewezen technologie die gebruik maakt van een stelsel aan boringen tot een diepte van enkele tientallen meters. Warm water wordt toegevoerd via buizen en opgeslagen in een geschikte (poreuze) bodemlaag. De boorgaten worden voorzien van een U-tube die ingekapseld wordt in een cementlaag met een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt. Dit zorgt ervoor dat de omliggende bodem zo efficiënt mogelijk opwarmt. De bovenzijde van het bodemlusgebied wordt afgedekt met isolatiemateriaal, zodat het warmteverlies naar de buitenlucht beperkt wordt. Warm water wordt toegevoerd naar het centrum van de boormatrix, koud water wordt via de randen afgevoerd. Op deze wijze vindt zoveel mogelijk thermale stratificatie plaats en worden warmteverliezen geminimaliseerd. In de literatuur zijn diverse ervaringen met BTES beschreven. Het kan enkele jaren duren voordat een BTES-veld volledig is geladen. Dan zijn kerntemperaturen tot 80°C mogelijk. Hoe hoger de temperatuur van de opslag, hoe groter het warmteverlies.

De opgewarmde bodem functioneert in dit systeem als warmtebuffer: op het moment dat de warmtevraag uit de wijk groot is, wordt koelwater in de randen van het BTES-veld gepompt en warmt het op door de omliggende grond. Het opgewarmde water wordt in een korte-termijn opslagtank gepompt en vanuit hier aan het warmtenet toegevoerd, waarna de woningen worden voorzien van warmte.

Aerial view of Borehole Thermal Energy Storage (BTES)



Figuur 18 Schematische weergave van een BTES-faciliteit. Bron: <https://www.dlsc.ca/borehole.htm>

Haalbaarheid

BTES is met name goed toepasbaar in situaties waar geen grondwaterstroming plaatsvindt. Een vochtige bodem vergt een kleiner gebied om warmte op te slaan dan een volledig droge bodem. Daar staat tegenover dat de horizontale isolatie van een vochtige bodem minder goed is. BTES-systemen zijn op verschillende locaties wereldwijd al tientallen jaren in gebruik en zijn dus een bewezen techniek. In een rapport van Kallesøe en Vangkilde-Pedersen (2019) worden verschillende bestaande systemen toegelicht. De relevante parameters van deze systemen zijn samengevat in Tabel 22. Uit deze tabel blijkt dat BTES-systemen veelal voor kleine systemen gebruikt worden: de jaarlijkse warmtevraag ligt tussen 1.600 en 12.000 GJ. Deze schaalgrootte is vergelijkbaar met de warmtevraag van de Venenwijk. Het project dat het meest vergelijkbaar is met de Venenwijk is die in Luleå. Hier worden 120 boorgaten gebruikt, met dieptes van respectievelijk 65.

De warmtecapaciteit van vochtige grond is circa $2 \text{ MJ/m}^3 \cdot \text{K}$. Als we uitgaan van een ΔT van 20 K, dan bedraagt de opslag 40 MJ/m^3 . Om 5.000 GJ te kunnen opslaan is 125.000 m^3 bodem nodig. Met een diepte van 65 meter is dit een oppervlakte van 1.925 m^2 , oftewel een cirkel met een diameter van circa 56 meter. Deze ruimte is niet voorradig nabij de Venenwijk; de meest logische locatie, het veld ten zuiden van het Gagelland, heeft een oppervlakte van ongeveer 50×20 meter.

Tabel 22 Data van BTES-referentieprojecten elders ter wereld. Bron: Kallesøe en Vangkilde-Pedersen (2019)

Locatie	Startjaar	Warmtecapaciteit (GJ / jaar)	Opslagvolume (m ³)	Aantal boorgaten	Diepte (m)	Rendement
Drake Landing, Canada	2006	2.530	34.000	144	35	>50%
Luleå, Zweden	1983	8.280	115.000	120	65	45-55%
Emmaboda, Zweden	2010	11.776	323.000	140	150	72%*
Anneberg, Zweden	2002	2.600	58.500	100	65	46%
Crailsheim, Duitsland	2008	2.800	37.500	80	55	?
Braedstrup, Denemarken	2012	1.600	19.000	48	45	61%

* Berekend rendement, nog niet met productiedata gevalideerd

Een bijkomend nadeel van de in Tabel 22 beschreven BTES-systemen is het rendement. Dit ligt gemiddeld rond 50%. In Emmaboda kan een rendement van 72% bereikt worden, maar dit getal wordt nog niet gesteund door productiedata. Vergeleken met andere hoge-temperatuur oplossingen waarvan het rendement potentieel tientallen procenten hoger ligt, scoort BTES dus slecht.

Samenvattend lijkt BTES op voorhand dus een weinig kansrijke kandidaat voor de Venenwijk. Het benodigde grondoppervlak voor het systeem is niet voorradig, en het rendement blijft ver achter bij andere oplossingsrichtingen. Hiermee komen naar alle waarschijnlijkheid de totale kosten voor een configuratie met BTES erg hoog uit, omdat er meer warmteopwekking nodig is dan voor oplossingen met een hoger rendement. Op basis van deze motivatie, adviseren wij om een BTES-oplossing niet verder mee te nemen in vervolgfases van het project.

Conclusie

Wij adviseren om BTES niet verder te onderzoeken in een vervolgfase van deze haalbaarheidsstudie. De oplossing kampt met een laag rendement doordat de opslagtemperatuur hoog is, en vraagt verregaande aanpassingen in de ondergrond. De ruimte die benodigd is voor de opslag is niet voorradig nabij de Venenwijk.

6.2.2 Ecovat

Het concept

Een Ecovat is een gesloten systeem, waarbij een groot vat in de bodem geplaatst wordt. Het vat bestaat uit een betonnen buitenvat en een hoogwaardig geïsoleerd binnenvat. De wanden van een Ecovat zijn uitgerust met warmtewisselaars die temperatuurstratificatie in het water aanbrengen. Koud water wordt onder in het vat aangevoerd, warm water wordt vanuit de bovenste laag getapt. Het voordeel hier is dat er geen extra warmtepomp nodig is om de temperatuur van het water dat naar het warmtenet gaat op te waarderen. Een ander voordeel is dat het rendement erg hoog is: met water van 90°C adverteert Ecovat met een warmteverlies van slechts 10% in zes maanden tijd.

Haalbaarheid

De initiatiefgroep Venenwijk Energie(k) Anders heeft, deels samen met Arcadis, meerdere gesprekken gevoerd met de ontwikkelaars van Ecovat. Uit deze gesprekken bleek dat de oplossing nog nergens ingezet wordt. Dit vormt een risico voor de Venenwijk, omdat de wijk zichzelf afhankelijk zou maken van een niet bewezen toepassing. Bovendien zijn de kosten naar verwachting zeer hoog, is de benodigde ruimte in de

ondergrond niet beschikbaar, en lijkt de ontwikkelaar niet of onvoldoende geïnteresseerd in de toepassing die de initiatiefgroep voor ogen heeft.

Conclusie

Wij adviseren om Ecovat niet verder te onderzoeken in een vervolgfase van deze haalbaarheidsstudie. De oplossing vergt grote investeringen, heeft een groot ondergronds ruimtebeslag en bevindt zich nog in de ontwikkelingsfase.

BIJLAGE 1 JURIDISCHE, BELEIDSMATIGE EN ORGANISATORISCHE AANDACHTSPUNTEN

Deze bijlage beschrijft juridische, beleidsmatige en organisatorische aandachtspunten en risico's waar die van toepassing zijn. De oplossingsrichtingen in deze fase van het project zijn nog relatief abstract. Dit maakt het lastig om concrete showstoppers die het project onuitvoerbaar zouden maken in beeld te brengen. Daarom beperken we ons hieronder tot het beschrijven van risico's en aandachtspunten.

Ten eerste is het zaak om gedurende het hele proces goed in de gaten te houden welke toestemmingen (vergunningen en meldingen) nodig zijn en of dit in overeenstemming is met het gemeentelijk en provinciaal beleid. Het is raadzaam de bevoegde gezagen hierin zoveel mogelijk te betrekken (wat in dit geval zowel de gemeente als de Provincie en mogelijk ook het Hoogheemraadschap/RWS kunnen zijn). Zo lijkt het voor de oplossingsrichtingen in ieder geval nodig een omgevingsvergunning op grond van de Wabo aan te vragen. Daarnaast zal het voor sommige oplossingsrichtingen waarschijnlijk nodig zijn een onttrekkingsvergunning op grond van de Waterwet en een lozingsvergunning aan te vragen. Ook het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) spelen waarschijnlijk een rol.

Los van de wettelijke goedkeuringen, moet worden gecheckt in hoeverre het bestemmingsplan dergelijke ontwikkelingen toelaat. Vaak kent het bestemmingsplan bijvoorbeeld een aanlegstelsel. Als de ontwikkeling niet past binnen het bestemmingsplan zal hiervoor een omgevingsvergunning voor afwijkend gebruik moeten worden aangevraagd.

Ook is waarschijnlijk een milieueffectrapportage (MER) benodigd als het project doorgang zou vinden. Een MER heeft als doel om de effecten van een project op de leefomgeving volwaardig mee te laten wegen in bestuurlijke beslissingen. Bij relatief kleinschalige projecten volstaat een m.e.r.-aanmeldingsnotitie, waarin beargumenteerd wordt dat een m.e.r.-traject niet nodig is omdat de effecten op het milieu niet significant zijn. Voor grotere projecten moet wel een volwaardig m.e.r.-traject doorlopen worden. De keuze tussen meldingsnotitie en volwaardige m.e.r. wordt bepaald door drempelwaarden van de commissie MER.

Een belangrijk aandachtspunt is de lopende stikstofcrisis. De uitstoot van stikstof heeft negatieve gevolgen voor mesotrofe plantengemeenschappen, die bij overmatige stikstofbelasting vermesten en verdrongen worden door minder waardevolle soorten. Veel bouw- en grondverzetactiviteiten emitteren stikstof, en in de afgelopen vijf jaar werd de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) gebruikt om toch toestemming voor deze activiteiten te verkrijgen. Bouwbedrijven en grondverzetters konden binnen de PAS beloven dat ze in de toekomst maatregelen zouden treffen die zouden leiden tot positieve effecten op beschermde natuurgebieden. Door een voorschot op deze effecten te nemen, konden ze toch een vergunning verkrijgen.

Eerder dit jaar besloot de Raad van State dat de PAS geen grondslag meer mag bieden voor vergunningverlening. In plaats daarvan moet via een AERIUS-berekening aangetoond worden dat er geen significante effecten op nabijgelegen natuurgebieden zijn. Er is echter geen drempelwaarde voor de stikstofdepositie gedefinieerd, waardoor alle stikstofneerslag de facto significant is. Vrijwel alle projecten liggen daarom momenteel stil. Het is nog onzeker welke maatregelen het kabinet gaat nemen om deze impasse te doorbreken; verwacht wordt dat er op 1 december landelijk beleid komt voor de stikstofproblematiek. Naar verwachting is het grondverzet in de Venenwijk in dit licht een risico waar rekening mee gehouden moet worden.

Daarop aansluitend speelt ook nog de recentere PFAS-problematiek. PFAS is een serie kankerverwekkende stoffen die in veel bodems aanwezig zijn en veel bouwprojecten zijn stilgelegd omdat de PFAS-houdende grond niet verplaatst mag worden. Er is een tijdelijk handelingskader opgesteld dat soelaas biedt; dit moet echter nog wel in de wetgeving doorgevoerd worden. De verwachting is dat het kabinet hier ook op middellange termijn een permanentere oplossing voor biedt. De regelgeving omtrent PFAS is echter wel een belangrijk aandachtspunt, en het is zaak om de ontwikkelingen op dit gebied goed bij te houden.

BIJLAGE 2 LIJST MET VERKLARENDE AFKORTINGEN

Afkorting	Verklaring
BTES	Borehole thermal energy storage
WKO	Warmte-koude opslag
HoCoSto	Hot-cold-storage
TEO	Thermische energie uit oppervlaktewater
GJ	Gigajoule
PTES	Pit thermal energy storage
ATES	Aquifer thermal energy storage
SJV	Standaard jaarverbruik
MJ	Megajoule
ODE	Opslag duurzame energie
kWh	Kilowattuur
mWh	Megawattuur
kW	Kilowatt
OBM	Omgevingsvergunning beperkte milieutoets
MER	Milieueffectrapport
PAS	Programmatische aanpak stikstof

BIJLAGE 2 GEBRUIKTE BRONNEN

IF Technology (2018), *Haalbaarheidsstudie TEO, TED en geothermie-retour – Vruchtenbuurt in Den Haag*

IF Technology (2019), *Kengetallen aquathermie*

Kallesøe en Vangkilde-Pedersen (2019), *HEATSTORE Undergrond Thermal Energy Storage (UTES)*

Panterra Geoconsultants (2014), *Update doubletvoorstel HONG-GT-03 en HON-GT-04*

STOWA, Unie van Waterschappen en IF Technology (jaar onbekend), *Factsheets TEO projecten*

STOWA (2017), *Handreiking voor ontwikkeling TEO-projecten,*

COLOFON

UITKOMSTEN QUICKSCAN HAALBAARHEIDSSTUDIE VENENWIJK AARDGASVRIJ

AUTEUR

Michiel Goossensen
Siebren Wijtzes
Nico van Harten

PROJECTNUMMER

C05057.000274

ONZE REFERENTIE

D10006369:2

DATUM

12 maart 2020

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com