

Verkennde business case

Gebiedsgerichte warmteoplossing voor de wijk Hagerhof-oost met thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)





Datum 21 april 2020

Referentie 69365/FN/20200421

Betreft Verkennende business case - Gebiedsgerichte warmte-/koudeoplossing voor de wijk Hagerhof-oost met thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

Behandeld door Hette de Vlieger, Frank Niewold

Gecontroleerd door Arne Wijnia

Versienummer Definitief v1

OPDRACHTGEVER

Gemeente Venlo
de heer F. Kusters
Postbus 3434
5902 RK Venlo

Managementsamenvatting

Inleiding

Gemeente Venlo kiest voor de route naar aardgasvrij en een toekomstbestendige woonomgeving via een integrale aanpak op wijkniveau. In de wijk Hagerhof-oost is het gesprek gestart over een toekomstbestendige woonomgeving, waar de energietransitie-opgave onderdeel van uitmaakt. Gemeente Venlo heeft aan IF Technology gevraagd om een beeld te geven van de kansen van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) voor Hagerhof-oost. Het resultaat van dat onderzoek dient tevens als input voor de nader uit te werken Transitievisie Warmte en een aanvraag proeftuinen aardgasvrije wijken.

Deze haalbaarheidsstudie geeft antwoord op de vraag of TEO een geschikte optie is voor Hagerhof-oost in de warmtetransitie. De technische en financiële haalbaarheid is verkend door onderzoek te doen naar het meest geschikte energieconcept en de kosten en baten inzichtelijk te maken. Parallel wordt de impact voor de bewoners beschreven bij de toepassing van TEO.

Het doel van dit document is om een basis te leggen voor vervolgstappen in de transitie naar een aardgasloze warmtevoorziening in Hagerhof-oost. De werkzaamheden bestonden voornamelijk uit een deskstudie naar de haalbaarheid. Aanvullend heeft de haalbaarheidsstudie als vooruitstrevend doel om bewoners, investeerders, partners en subsidieverleners te enthousiasmeren.

Technische haalbaarheid

Er is begonnen met een inventarisatie van mogelijkheden voor TEO in combinatie met warmte en koudeopslag (WKO) voor het voeden van een lokaal warmtenet voor circa 1.000 woningen en andere gebouwen in Hagerhof-oost. De wijk ligt dichtbij de Maas als bron van TEO. TEO is een techniek waarbij in de zomer de warmte aan het oppervlaktewater wordt onttrokken en wordt opgeslagen in een WKO, zodat deze in de winter kan worden gebruikt voor de verwarming van de huizen. De temperatuur van het oppervlaktewater en grondwater in de WKO is slechts 15 - 25 °C. Deze zal eerst nog moeten worden verhoogd met behulp van een elektrische warmtepomp naar een temperatuur die de woningen kan verwarmen.

De technische haalbaarheid is getoetst aan de hand van het beschikbare potentieel van het oppervlaktewater, de capaciteit voor bodemopslag en de warmtevraag van de gebouwen. Vervolgens is de benodigde techniek om oppervlaktewater, bodem en gebouwen te verbinden onderzocht. Uit het onderzoek blijkt dat het potentieel in de Maas groot genoeg is om Hagerhof-oost te verwarmen. Een potentieel risico vanuit leveringszekerheid in de toekomst is droogte, waarbij de Maas stil komt te staan. Echter was er in een droog jaar zoals 2018 alsnog voldoende doorstroomdebiet en warmte in de Maas voor de verwarming van Hagerhof-oost. Zelfs voor heel Venlo, waardoor concurrentie voor aanbod tussen warmtevragers nihil is. De bodem onder Hagerhof-oost tot 75 meter diepte is in potentie ook geschikt voor warmte- en koudeopslag. Het belangrijkste aandachtspunt zijn de aanwezige bodemenergiesystemen. In het bronnenplan moet rekening gehouden worden met bestaande systemen om interferentie te voorkomen.

Hagerhof-oost heeft veel bestaande bouw, waarbij niet alle gebouwen geschikt zijn voor een lage temperatuur verwarming (< 50 °C). Een groot deel van het woningbestand (ca. 60%) is eigendom van woningcorporatie Woonwenz. Het uitgangspunt voor een haalbaar technisch concept voor alle

woningen in is een aanvoertemperatuur van 70 °C. Bij deze temperatuur kunnen zowel oudere gebouwen door middel van het toepassen van energie besparende maatregelen alsmede nieuwere gebouwen worden aangesloten, zonder dat daarbij bewoners worden uitgesloten. Tegelijkertijd kan er ook warm tapwater direct worden geleverd met deze temperatuur. In dit concept wordt de warmte-opwekkingsinstallatie (gasketel of individuele warmtepomp) volledig uit de woning gehaald. Vooralsnog kan worden geconcludeerd dat TEO technisch haalbaar is.

Financiële haalbaarheid

De financiële haalbaarheid is onderzocht aan de hand van een business case. In de business case zijn de kosten en baten inzichtelijk gemaakt voor Hagerhof-oost. Deze integrale business case laat voor verschillende rendementen de onrendabele top van de business case zien. In een vervolgtraject moet onderzocht worden welke aanvullende mogelijkheden bestaan om de onrendabele top te financieren. Oftewel hoe de subsidie onder de stakeholders verdeeld gaat worden en welke stakeholders ook zelf moeten investeren. Uit de analyse blijkt dat de benodigde bijdrage, voor een projectrendement van 4 - 8%, gemiddeld circa 5.800 - 10.800 euro/woningequivalent (WEQ) is bij een aansluitpercentage van 100%. Een WEQ is in dit geval een gemiddelde energievraag van ca. 43 GJ. Er is ook onderzocht hoe de kosten voor de bewoner zich verhouden ten opzichte van de huidige situatie met gasketels of een toekomstige situatie met lucht-/waterwarmtepompen. Afhankelijk van de toekomstige gasprijs is de spreiding van de gemiddelde kosten bij TEO vergelijkbaar met de huidige situatie. Op voorhand lijkt het dat vergelijkbare kosten voor een bewoner nog niet genoeg draagvlak creëert voor een haalbare business case. Bij een collectief systeem moet namelijk ook rekening gehouden worden met winst en risico van een ontwikkelaar, aannemer en exploiterende partij. Hierdoor zijn de kosten van WKO en TEO voor de afnemer een stuk hoger en zijn deze vergelijkbaar met de kosten voor gas als deze indexeert met 5%. Ook het aansluitpercentage van 100% is praktisch moeilijk haalbaar. Met subsidie zou de bijdrage voor de bewoner lager kunnen worden, waarbij de gemiddelde lasten voor de bewoner gelijk blijven t.o.v. aardgas.

Voor het vervolg is het zinvol om de financiering van de onrendabele top van de business case deels te zoeken bij een bijdrage van de afnemer (bewoner/woningcorporatie) en deels bij een subsidie. In het conceptadvies SDE++ 2020 (Stimulering Duurzame Energie) is TEO (onder aquathermie) opgenomen. De aanvraag kan tussen 19 - 22 oktober 2020 worden ingediend. Indien subsidie uit de SDE++ 2020 wordt verleend kan dat de haalbaarheid van het project aanzienlijk verbeteren. Echter is het verlenen van de SDE++ subsidie onzeker, omdat de subsidiepot ook leeg kan zijn voordat aquathermie aan de beurt is. De onrendabele top van de warmtevoorziening kan in zijn geheel gedekt gaan worden door de SDE++. Daar is de SDE++ subsidie ook voor in het leven geroepen.

Deze verkenning laat zien dat er een haalbare business case mogelijk is. Echter zal in de voorliggende periode de financieringsconstructie en de business case per partner in een verdieping nader moeten worden onderzocht. Dit wordt ook deels in de beschikbaar gestelde rekentool voor de PAW aanvraag gedaan voor de afnemers.

Impact voor de bewoner

De aanleg van een warmtenet heeft impact op de directe woonomgeving voor de bewoners, zowel voor de voordeur als achter de voordeur. De straat zal opengebroken worden voor een warmtenet. En de huisaansluiting zal moeten worden aangepast om warmte af te kunnen nemen van het warmtenet. Sommige bewoners zullen extra energie besparende maatregelen moeten nemen om hun woning te kunnen verwarmen. Echter krijgen zij daar een robuuste, duurzame en

toekomstbestendige warmtevoorziening voor terug met warmte uit “hun achtertuin”. Daar is geen gasketel of grote individuele warmtepomp in de woning voor nodig. In de openbare ruimte zal uiteindelijk ruimte moeten worden gemaakt voor de verschillende componenten van het systeem. Het TEO-systeem is qua ruimte vergelijkbaar met een klein gemaal, de WKO is vergelijkbaar met een putdeksel, het warmtenet zit een meter onder de grond. Om de warmte te kunnen opwekken en distribueren richting de bewoners is een technische ruimte nodig ter grootte van ca. 150 - 200 m². Het inpassen van een technische ruimte in een dichtbebouwde omgeving wordt een grote uitdaging. Mocht dit niet lukken binnen de wijk, dan moet worden uitgeweken naar de rand van de wijk wat gepaard kan gaan met extra kosten.

Vervolgstappen

De belangrijkste vervolgstappen in het totale proces op korte termijn zijn de subsidieaanvraag, bewonersparticipatie en het bepalen van de rol van de gemeente. Dit kan de gemeente doen door een risico analyse te houden met betrekking tot de verschillende organisatievormen die er zijn. Vervolgens kan de gemeente vanuit hun regierol andere stakeholders betrekken om te komen tot een intentieovereenkomst. Indien de rol van de gemeente bekend is, subsidie(s) verleend is, en bewoners participeren (in welke vorm dan ook), kunnen zij overgaan tot het voorbereiden van de aanbesteding. In welke hoedanigheid dat is hangt af van de gekozen governance.

Conclusie

Al met al kan er geconcludeerd worden dat uit deze haalbaarheidsstudie blijkt dat TEO technisch haalbaar is, en financieel haalbaar kan zijn. De belangrijkste volgende stap is de proeftuin aanvraag en daarna de organisatie verder op poten zetten. Het wordt aanbevolen om hier eerst de volgende stappen in te zetten. Dit betreft het activeren van bewoners (participatie), de rol van de gemeente bepalen, een intentieovereenkomst tussen partners sluiten, financiering vinden voor de volgende fase van het onderzoek en het uitwerken van het vraagstuk rondom de financiering van de onrendabele top. Een belangrijk vraagstuk is hoe de governance van het warmtenet en al dat daarbij komt kijken eruit gaat zien. De rol van de gemeente bepaald in grote mate de aanpak en de vervolgstappen. Gaat de gemeente een eigen warmtebedrijf beginnen? Laten zij het aan de markt over? Gaan zij vooral informeren of ook aansturen? En welke effecten hebben bepaalde keuzes daarin om het financieringsvraagstuk verder uit te werken? Daarbij zullen ook maatschappelijke baten een rol kunnen krijgen en mee moeten worden gewogen in de integrale business case.

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Doelstelling en Onderzoeksvragen	8
1.3 Leeswijzer	9
2 Technische haalbaarheid	10
2.1 Kenmerken gebied en gebouwen	10
2.2 Geohydrologisch onderzoek	13
2.2.1 Bodemopbouw	13
2.2.2 Technische en juridische aspecten	13
2.3 Hydrothermisch onderzoek	16
2.3.1 Eigenschappen en energetisch potentieel oppervlaktewater	17
2.3.2 Locatie TEO-systeem	19
2.3.3 Randvoorwaarden TEO	21
2.4 Energieconcept	22
2.4.1 Algemeen	22
2.4.2 Energetische analyse warmtevoorziening	22
2.4.3 Principeschema en schetsontwerp	23
2.4.4 Aanpassingen bewoners	26
3 Financiële haalbaarheid	29
3.1 Business case	29
3.1.1 Financiële analyse collectieve installaties	29
3.1.2 Financiële analyse business case bewoners/afnemers	34
3.2 Gevoeligheidsanalyse en Scenario analyse	36
3.2.1 Gevoeligheidsanalyse	36
3.2.3 Scenario analyse	40
4 Organisatorisch kader	41
4.1 Stakeholderanalyse	41
4.2 Handelingsperspectief	41
4.3 Vervolgstappen	43
4.4 Meekoppelkansen	45
5 Conclusie	52
6 Bijlagen	53
6.1 Bijlage 1: Uitgangspunten financiële analyse	53

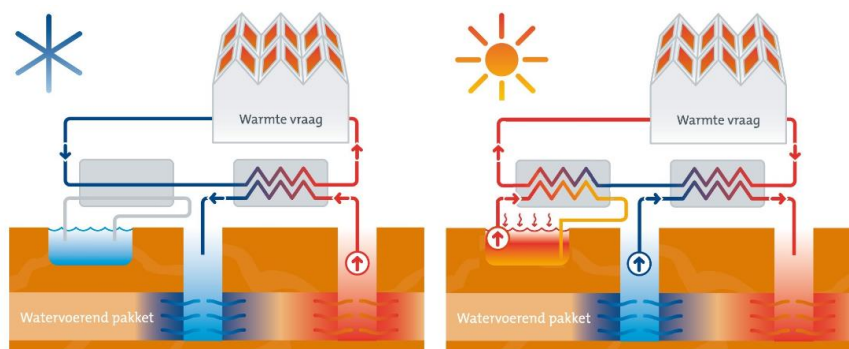
1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND

De gemeente Venlo heeft aan IF Technology gevraagd om onderzoek te doen naar de toepassingsmogelijkheden van aquathermie in de gemeente, als input voor de transitievisie warmte die de gemeente op moet stellen. Naast deze transitievisie wil de gemeente een pilotproject met aquathermie gaan realiseren. In een werksessie met IF Technology is de wijk Hagerhof-oost in Venlo geselecteerd als pilotwijk, waarbij het de bedoeling is om het bestaande gasnet in de wijk te vervangen voor een warmtevoorziening op basis van duurzame warmte uit aquathermie en meer specifiek thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Om dit project te financieren wordt ingezet op de subsidie proeftuinen aardgasvrije wijken, waarvoor het van belang is een goede inschatting te kunnen maken van de technische, financiële en organisatorische consequenties van dit pilotproject.

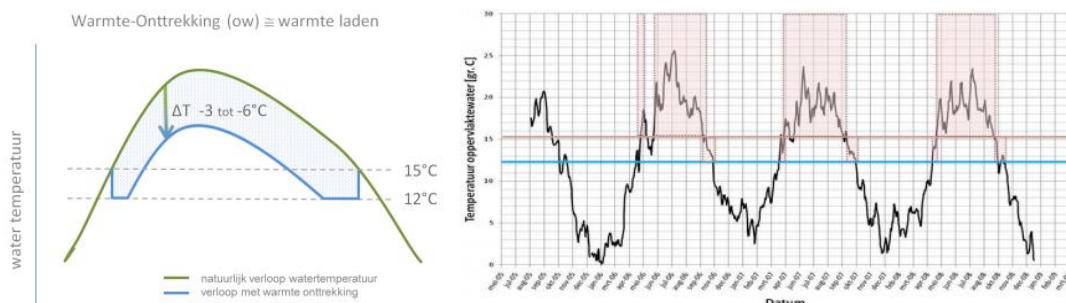
Aan IF Technology is gevraagd een haalbaarheidsstudie uit te voeren naar de mogelijkheden van een collectieve duurzame warmtevoorziening op basis van aquathermie in Hagerhof-oost ten einde deze consequenties te beschrijven.

In Figuur 1.1 is de globale werking van TEO met warmte/koude-opslag (WKO) schematisch weergegeven. TEO is de warmtebron en de WKO is de seizoensbuffer. In de winter wordt de opgeslagen warmte in de WKO gebruikt om de gebouwen te verwarmen. In de zomer wordt de warmte uit het oppervlaktewater gebruikt om de gebouwen te verwarmen en om warmte in de WKO op te slaan.



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

In Figuur 1.2 is het principe van warmte onttrekking (laden van WKO) weergegeven. Boven een oppervlaktewatertemperatuur van 15 °C kan het TEO-systeem effectief worden ingezet.



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

1.2 DOELSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN

Het eindproduct is een haalbaarheidsstudie met een heldere en begrijpbare verkennende business case, waarin de input van stakeholders is meegenomen. Met dit eindproduct kan de gemeente Venlo vervolgstappen zetten om naar realisatie te komen van een collectieve warmtevoorziening voor de wijk Hagerhof-oost, gebruikmakend van aquathermie. Een belangrijke stap in dat proces is om met de relevante partners aan tafel te zitten om hun ambities en belangen te inventariseren. Een enthousiasmerende business case kan helpen om deze partners aan tafel te krijgen en draagvlak te creëren richting realisatie van een systeem. De integrale business case moet in elk geval inzicht geven in de bijdrage aansluitkosten (BAK) per woning. Daarnaast moet beschreven worden welke kosten verwacht kunnen worden en welke maatregelen ten grondslag liggen aan deze kosten.

Om bovenstaande doelstellingen te bereiken wordt in voorliggende studie antwoord gegeven op onderstaande onderzoeksvragen:

Technische haalbaarheid

- 1 Welke afnemers zitten er in Hagerhof-oost en wat is hun huidige en toekomstige warmte- en koudevraag?
- 2 Is TEO een geschikte optie voor Hagerhof-oost?
- 3 Is de bodem in Hagerhof-oost geschikt voor de toepassing van open bodemenergiesystemen?
- 4 Mede op basis van eerdere ervaringen met TEO, wat is de meest geschikte TEO-installatie voor Hagerhof-oost en hoe ziet dit er technisch uit?
- 5 Wat is de ruimtelijke impact van de toepassing van TEO voor de bewoners en hun omgeving?

Financiële haalbaarheid

- 6 Wat zijn de globale investeringen en kosten, wat levert het op?
- 7 Is er subsidie nodig, en zo ja, is deze beschikbaar en waar?
- 8 Hoe zijn de gemiddelde kosten voor de bewoners opgebouwd?

Organisatorisch kader

- 9 Welke relevante partijen zijn er voor de ontwikkeling van een collectieve warmte-/koudeoplossing in Hagerhof-oost?
- 10 Welke klimaatadaptieve maatregelen kunnen gecombineerd worden met de aanleg van TEO?

Juridisch kader

- 11 Welke vergunningen zijn benodigd voor de aanleg van TEO?

1.3 LEESWIJZER

De managementsamenvatting biedt direct inzicht in belangrijkste resultaten. Het onderliggende rapport biedt de benodigde onderbouwing voor bijv. investeerders en subsidieverleners. In hoofdstuk 2 is de technische haalbaarheid van een warmtevoorziening met TEO onderzocht. Hierbij zijn de kenmerken van het gebied en de gebouwen weergegeven in paragraaf 2.1. Vervolgens is in het paragraaf 2.2 en 2.3 respectievelijk de haalbaarheid van het gebruik van de bodem en het oppervlaktewater beschreven. In paragraaf 2.4 is op basis van de gegevens van het gebied, de gebouwen, de bodem en het oppervlaktewater een energieconcept (warmtevoorziening) beschreven met bijbehorende karakteristieken.

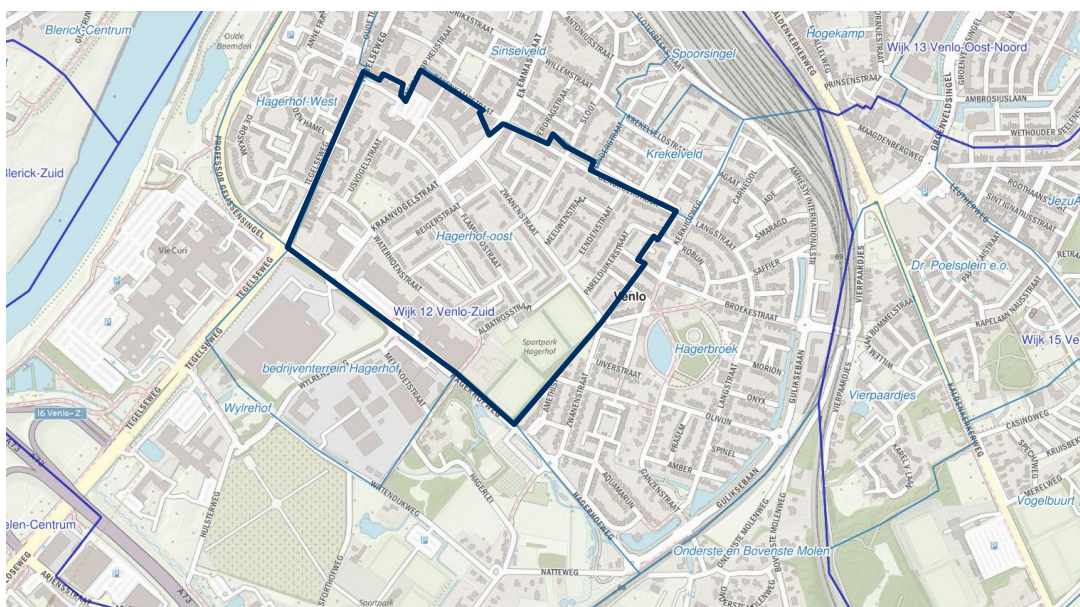
In hoofdstuk 3 is de financiële haalbaarheid van het voorgesteld energieconcept onderzocht door middel van een financiële business case. De totale kosten van de collectieve warmtevoorziening zijn inzichtelijk gemaakt en daarnaast vertaald naar de mogelijke kosten voor de bewoners. Aanvullend zijn de gevoeligheden van enkele parameters op het projectrendement berekend. Hoofdstuk 4 beschrijft de eerste stappen in de organisatie van een collectieve warmtevoorziening met TEO. In een handelingsperspectief is weergegeven welke stappen er genomen kunnen worden na de voorliggende haalbaarheidsstudie. Daarnaast worden een aantal concrete vervolgstappen op korte termijn en klimaatadaptieve meekoppelkansen beschreven.

2 Technische haalbaarheid

In onderstaande paragrafen zijn de kenmerken van gebied, gebouwen, bodem en oppervlaktewater beschreven. Deze kenmerken bepalen samen of TEO technisch haalbaar is. Op basis van deze kenmerken is een energieconcept voorgesteld in Paragraaf 2.4.

2.1 KENMERKEN GEBIED EN GEBOUWEN

In Figuur 2.1 is de wijk Hagerhof-oost weergegeven. Officieel is “Hagerhof-oost” de buurtnaam met CBS-buurtcode BU09831205. Van alle woningen in Hagerhof-oost is 59% in handen van woningcorporaties, 37% zijn koopwoningen en 4% zijn overige huurwoningen.¹



Figuur 2.1 | Plattegrond wijk Hagerhof-oost. Bron: PICO.

In Tabel 2.1 is een aantal kenmerken van de huidige gebouwen en het energieverbruik in Hagerhof-oost weergegeven. Dit is belangrijk omdat met deze gegevens een inschatting gemaakt kan worden van de benodigde warmtevraag en de benodigde isolatiemaatregelen om een bepaald energieconcept toe te kunnen passen. De componenten en kosten van het energiesysteem worden op basis van deze gegevens gedimensioneerd en geraamd.

¹ <https://allecijfers.nl/buurt/hagerhof-oost-venlo/>.

Tabel 2.1 | Kenmerken huidige gebouwen in de wijk Hagerhof-oost.

Parameter	Eenheid	Waarde
kenmerken woningen		
aantal woningen	-	886
bouwjaar t/m 1945	-	59
bouwjaar t/m 1964	-	7
bouwjaar 1965-1974	-	774
bouwjaar 1975-1991	-	17
bouwjaar 1992-2005	-	15
bouwjaar 2006-heden	-	14
kenmerken utiliteitsgebouwen²		
schatting aantal utiliteitsgebouwen	-	46
totaal bruto vloeroppervlakte (BVO)	m ²	45.000
Aantal woningequivalenten	-	344
kleinverbruiksdata per jaar³		
gasverbruik ⁴	m ³ /jaar	1.670.000

Op basis van het gasverbruik kan een zeer goede inschatting gemaakt worden van de huidige warmtevraag van de gebouwen. Grootverbruikers (groter dan G25 gasaansluiting) zijn niet meegenomen in de data van Enexis. Uit verdere inventarisatie van de utiliteitsgebouwen blijkt dat slechts één pand een dusdanige grootte heeft dat deze waarschijnlijk een grootverbruiker is. Dit betreft een school met een oppervlakte van meer dan 11.000 vierkante meter. Het totale gasverbruik van de kleinverbruikers was ca. 1.670.000 m³/jaar in 2019. Het jaar 2019 geeft een goede inschatting van het huidige gemiddelde warmteverbruik. De utiliteit is vergelijkbaar met ca. 344 woningequivalenten (WEQ). Dit is uitgerekend op basis van het uitgangspunt dat één WEQ 130 m² is. Het geheel is samengevat in Tabel 2.1.

Voor de inschatting van de energiebesparende maatregelen geven de bouwjaren van de woningen slechts een indicatie. Op basis van het bouwjaar is niet te achterhalen welke energiebesparende maatregelen de eigenaren van de woningen, particulier of woningcorporatie, sinds de bouw hebben toegepast. Het gaat daarbij vooral om maatregelen die effect hebben op de schil van de woning, zoals: gevel-, vloer-, spouwmuur- en dakisolatie, of vervanging van ramen. Deze maatregelen zorgen er namelijk voor dat het label veranderd en de temperatuur voor ruimteverwarming omlaag kan bij een gelijkblijvend comfort. Deze isolatiemaatregelen worden ook wel no regret maatregelen genoemd, omdat elke maatregel zorgt voor meer comfort en lagere lasten. Het vraagt echter wel een grote investering, die niet door iedereen gedaan kan worden. Naast het bouwjaar kan het energielabel meer informatie verschaffen van de huidige status van de woning.

Volgens de RVO hebben ca. 60% van de woningen een gecertificeerd label (zie Tabel 2.2). De overige 40% waarvan het label niet openbaar bekend is kan met de huidige informatie alleen

² Utiliteitsgebouwen zijn gebouwen die geen woonbestemming hebben zoals kantoren, scholen en winkels. Bepaald op basis van opendata. Bron: WarmteAtlas, BAG (<https://bagviewer.kadaster.nl/>).

³ Bron: Enexis kleinverbruiksdata per jaar.

⁴ Gemiddeld gasverbruik in 2019.

worden ingeschat op basis van bouwperiode en woningtype. Niet alle huizen hebben een gecertificeerd energielabel omdat dit alleen verplicht is bij de verkoop van een huis. Op basis van de gecertificeerde labels is het gemiddelde energielabel C/D. Dit komt overeen met een inschatting op basis van bouwjaar. Deze labelinventarisatie geeft daarmee goed beeld van de huidige staat van de bebouwing in Hagerhof-oost. Aan de hand hiervan kunnen maatregelen genomen worden om woningen verder te verbeteren naar een bepaald label.

Ongeacht of een woning een warmtepomp krijgt of aangesloten wordt op stadsverwarming gaan energiebesparende maatregelen bij woningen met energielabel C/D lonen. Daarom kan men daar niet snel genoeg mee beginnen, zeker ook met de huidige verwachte stijging van de gasprijs. Bijkomend voordeel is dat de woning dan ook al klaar is voor eventuele aansluiting op een warmtenet.

Bij een woning met energielabel C moet de verwarmingstemperatuur voldoende hoog zijn om de woningen comfortabel warm te krijgen. Een woning met een energielabel C kan in het algemeen met een 70 °C aanvoertemperatuur worden verwarmd zonder ingrijpende energiebesparende maatregelen en aanpassingen van afgiftesystemen toe te passen. Ca. 35% van de woningen heeft een label D of lager. De verwachting is dat dit veel particulier bezit betreft, waar in het communicatie en participatie traject aandacht aan besteed moet worden.

Tabel 2.2 | Gecertificeerde labels en voorlopige labels (per 1 juli 2019) in de wijk Hagerhof-oost (bron: RVO). Van de 886 woningen in Hagerhof-oost hebben 631 woningen een gecertificeerd label. De overige labels zijn ingeschat op basis van bouwperiode en woningtype.

energielabel	gecertificeerd woningen	gecertificeerd utiliteit	voorlopige labels
A	21	4	44
B	111	0	24
C	249	3	511
D	224	0	184
E	21	1	40
F	2	0	59
G	3	6	24
totaal	631	14	886

In Tabel 2.3 is de huidige warmtevraag weergegeven voor Hagerhof-oost. De warmtevraag is berekend op basis van het huidige gasverbruik. In de berekening van het energetisch concept en de integrale business case wordt uitgegaan van een gemiddelde vraag per aansluiting. De huidige warmtevraag, de gebouwen en het gebied vormen de uitgangspunten voor het energetische concept.

Tabel 2.3 | Warmtevraag in de wijk Hagerhof-oost (samenvatting).

warmtevraag Hagerhof-oost		
parameter	eenheid	waarde
warmtevraag	MWh/jaar	14.700
aantal WEQ	-	1.230
warmtevraag per WEQ	MWh/jaar	12
warmtevraag per WEQ	GJ/jaar	43

2.2 GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

Met een geohydrologisch onderzoek wordt onderzocht of de bodem in Hagerhof-oost te Venlo geschikt is voor een warmte- en koudeopslagsysteem. Dit wordt ook wel een open bodemenergiesysteem genoemd.

2.2.1 Bodemopbouw

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

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

De verwachte bodemopbouw op de locatie is weergegeven in Tabel 2.4.

Tabel 2.4 | Bodemopbouw.

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologie
0 - 25	matig grof tot grof zand met grind, bovenin mogelijk klei	1 ^e watervoerend pakket
25 - 35	klei met matig tot grof zand	1 ^e scheidende laag
35 - 75	fijn en matig grof tot grof zand en grind	2 ^e watervoerend pakket
> 75	fijn tot kleiig zand met weinig grof zand en een spoor klei	hydrologische basis

* het maaiveld bevindt zich tussen de circa 17 en 21 m+NAP, aanname hier is 19 m+NAP

Bodemgeschiktheid

De bodem is geschematiseerd in twee watervoerende pakketten. Het eerste watervoerende pakket is niet geschikt vanwege de geringe diepte en dikte. Het tweede watervoerende pakket is technisch en juridisch geschikt voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem. De eigenschappen van de bodem in het tweede watervoerende pakket zijn toereikend voor een debiet van 70 - 100 m³/uur per doublet.

2.2.2 Technische en juridische aspecten

In Tabel 2.5 zijn de relevante technische en juridische aspecten opgenomen die van invloed zijn op de werking van een open bodemenergiesysteem in het tweede watervoerend pakket. In en onder de tabel zijn de aandachtspunten, risico's of belemmeringen nader toegelicht.

Tabel 2.5 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem.

onderwerp		toelichting
bodemopbouw		
doorlaatvermogen	✓	geschikt
dikte pakket	✓	voldoende dik
grondwater		
grondwaterstand / 1 ^e watervoerende pakket	✓	2,3 m-mv (2,0 - 2,5 m-mv) (bron: peilbuis B52G0088/B52G0087)
stijghoogte 2 ^e watervoerende pakket	✓	3,0 m-mv (bron: REGIS)
artesisch grondwater	✓	niet aanwezig
grondwaterstroming	✓	circa 25 m/jaar in noordwestelijke richting
zoet/brak/zout-overgangen	✓	zoet-/brakgrensvlak: circa 120 m-mv, brak-/zoutgrensvlak: > 120 m-mv, geen beïnvloeding verwacht
gas	✓	geen afwijkende gasdruk
deeltjes	✓	geen verhoogd risico op deeltjes
redox	✓	geen redoxovergang in opslagpakket
temperatuur opslagpakket	✓	11,5 tot 12,5 °C (tussen 35 en 75 m-mv)
belangen		
bodemenergieplan of interferentiegebied	✓	niet gelegen in een bodemenergieplan of interferentiegebied
grondwateronttrekkingen	⚠ 1	diverse grondwateronttrekkingen in de omgeving
open bodemenergiesystemen	⚠ 2	diverse open bodemenergiesystemen in de omgeving
gesloten bodemenergiesystemen	✓	geen gesloten bodemenergiesystemen in de omgeving
zettingen	✓	noemenswaardige zetting wordt niet verwacht
grondwaterbescherming	⚠ 3	gelegen in de boringsvrije zone de Venloschol
natuurbelangen	✓	natuur aanwezig op circa 250 m afstand, vormt naar verwachting geen belemmering
archeologie	✓	middelhoge archeologische verwachtingswaarde, vormt naar verwachting geen belemmering
aardkundig waardevol gebied	✓	niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
verontreinigingen	✓	mogelijk ondiepe verontreiniging aanwezig, geen diepe verontreiniging verwacht, vormt naar verwachting geen belemmering
waterkering	✓	primaire waterkering aanwezig op circa 250 m, vormt naar verwachting geen belemmering voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem
spoor	✓	spoor aanwezig op circa 200 m, geen negatieve beïnvloeding verwacht
begraafplaats	✓	begraafplaats aanwezig op circa 450 m, geen negatieve beïnvloeding verwacht
ondergrondse infrastructuur	⚠ 4	bronnen en infra staan naar alle waarschijnlijkheid op gemeenteground
lozingen	✓	geen beperkingen op het lozen van zoet water op het riool verwacht
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering		

1. Grondwateronttrekkingen

Bij provincie Limburg is een overzicht opgevraagd van permanente grondwateronttrekkingen in de omgeving van de projectlocatie. Uit het overzicht van provincie Limburg (e-mail, d.d. dinsdag 14 januari 2020) blijkt dat binnen een straal van 1.500 m twee permanente grondwateronttrekkingen aanwezig zijn. Deze systemen zijn in Tabel 2.6 en Figuur 2.2 weergegeven. Naar verwachting zijn de grondwateronttrekkingen ondiep gelegen, hierdoor wordt geen negatieve beïnvloeding verwacht.

Tabel 2.6 | Permanente grondwateronttrekkingen binnen een straal van 1.500 m van woonwijk Hagerhof-oost.

bedrijfsnaam	afstand en richting t.o.v. project
Kwiek Venlo	gelegen in projectgebied
Kerkhofweg 27-1	150 m ten noordoosten

2. Open bodemenergiesystemen

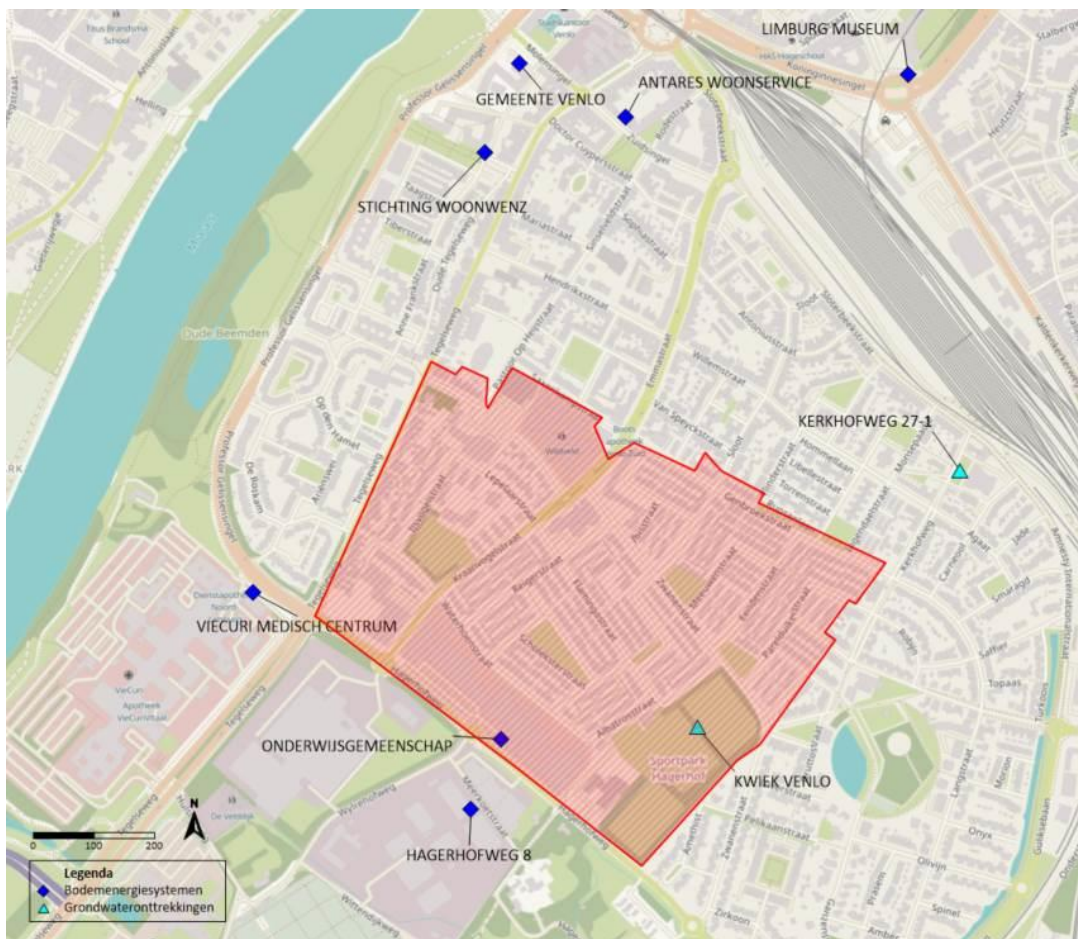
Bij provincie Limburg is een overzicht opgevraagd van open bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie. Uit het overzicht van provincie Limburg (e-mail, d.d. dinsdag 14 januari 2020) blijkt dat binnen een straal van 1.500 m zeven open bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze systemen bevinden zich allemaal in het tweede watervoerende pakket. De systemen zijn in Tabel 2.7 en Figuur 2.2 weergegeven.

Tabel 2.7 | Open bodemenergiesystemen binnen een straal van 1.500 m van woonwijk Hagerhof-oost.

bedrijfsnaam	afstand en richting t.o.v. project	debiet [m³/uur]	vergunde waterhoeveelheid [m³/jaar]
Onderwijsgemeenschap	100 m ten zuiden	90	280.000
Viecuri Medisch Centrum	200 m ten zuidwesten	100	1.496.000
Hagerhofweg 8	200 m ten zuiden	onbekend	280.000
Stichting woonwenz	200 m ten noorden	70	330.000
Antares woonservice	300 m ten noorden	20	160.000
Gemeente Venlo	400 m ten noorden	83	1.100.000
Limburg museum	630 m ten noorden	60	250.000

De bodemenergiesystemen van Viecuri medisch centrum en Onderwijsgemeenschap liggen op dusdanige korte afstand van de woonwijk Hagerhof-oost dat bij een mogelijke inpassing van een bodemenergiesysteem hier rekening mee gehouden dient te worden. Voorkomen moet worden dat er thermische interferentie met deze systemen optreedt.

De overige bodemenergiesystemen liggen op een dusdanige afstand dat zij geen aandachtspunt vormen voor het beoogde bodemenergiesysteem van de woonwijk Hagerhof-oost.



Figuur 2.2 | Ligging projectlocatie en omliggende vergunde bodemenergiesystemen.

3. Grondwaterbescherming

Woonwijk Hagerhof-oost is gelegen in de Venloschol. De gehele Venloschol is benoemd tot een boringsvrijzone tot een diepte van 5 m+NAP. Uit het beleid van de provincie Limburg blijkt dat een uitzondering gemaakt is op deze dieptebeperking voor boren ten behoeve van een open bodemenergiesysteem indien de vergunning Waterwet is verleend.

4. Ondergrondse infrastructuur

Voor mogelijke bronlocaties moet naar verwachting uitgeweken worden naar gemeentegrond. Naast dat hiervoor overleg met de gemeente noodzakelijk is moet hierbij rekening gehouden worden met aanwezige kabels en leidingen. Naar alle waarschijnlijkheid dient voor bronnen op gemeentegrond een omgevingsvergunning aangevraagd te worden en een zakelijk recht van opstal gevestigd te worden.

2.3 HYDROTHERMISCH ONDERZOEK

In de zomer kan het oppervlaktewater opwarmen tot een temperatuur van 25 °C. Vandaar dat de energie uit het oppervlaktewater een potentiële energiebron is voor de gebouwen in de buurt. Om te kunnen beoordelen of een TEO-systeem haalbaar is, zijn de gegevens van het aanwezige oppervlaktewater belangrijk. Hiermee kan een inschatting worden gemaakt van de hoeveelheid

energie die onttrokken kan worden. Ook de kunstwerken (zoals dijken, gemalen, sluizen en duikers) kunnen een rol spelen in de haalbaarheid van TEO. Uiteindelijk wordt met deze gegevens een inschatting gemaakt van de investeringskosten van het TEO-systeem.

2.3.1 Eigenschappen en energetisch potentieel oppervlaktewater

De Wijk Hagerhof-oost ligt op ongeveer 500 meter van de Maas. De grote rivieren in Nederland, waaronder de Maas, hebben een heel groot potentieel aan energie uit oppervlaktewater omdat er nagenoeg altijd doorstroomdebiet is. In de haalbaarheidsstudie voor de gemeente Venlo welke IF Technology parallel aan deze studie heeft uitgevoerd zijn alle bronnen van aquathermie met potentie in de gemeente Venlo inzichtelijk gemaakt. De uiteindelijke potentie van een bron van aquathermie wordt bepaald aan de hand van de temperatuur van het water en hoeveel water je kan onttrekken (het maximale debiet). In Figuur 2.3 is het debiet van de Maas tussen 2016 en 2019 weergegeven. Deze periode is representatief, omdat er zowel natte als droge jaren in zitten. Het jaar 2017 en 2018 behoorde tot de droogste jaren sinds de 1901. Duidelijk is dat dit debiet erg varieert: bij hoog water stroomt er meer dan 1.000 m³/s door de Maas, bij laag water staat de Maas bijna stil. Dit betekent dat ook de potentie aan warmte die onttrokken kan worden uit de Maas erg wisselt, afhankelijk van de stand van de rivier.

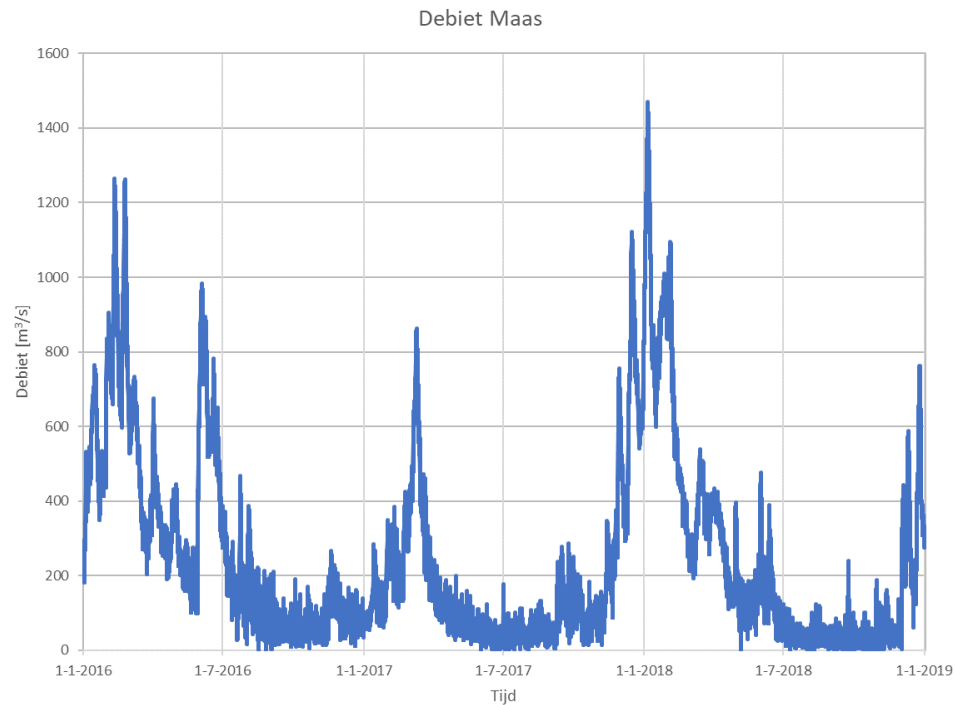
In Figuur 2.4 is de temperatuur van de water in de Maas over deze periode weergegeven. In 2018 steeg de temperatuur zelfs boven de 25 °C. Het water is in deze periode niet onder het vriespunt geweest.

Aan de hand van het debiet en de temperatuur is een analyse over deze jaren gemaakt om er zeker van te zijn dat er ook in droge periodes genoeg warmte onttrokken kan worden. De leveringszekerheid bij TEO is een aandachtspunt. De warmte moet ook in de toekomst beschikbaar zijn.

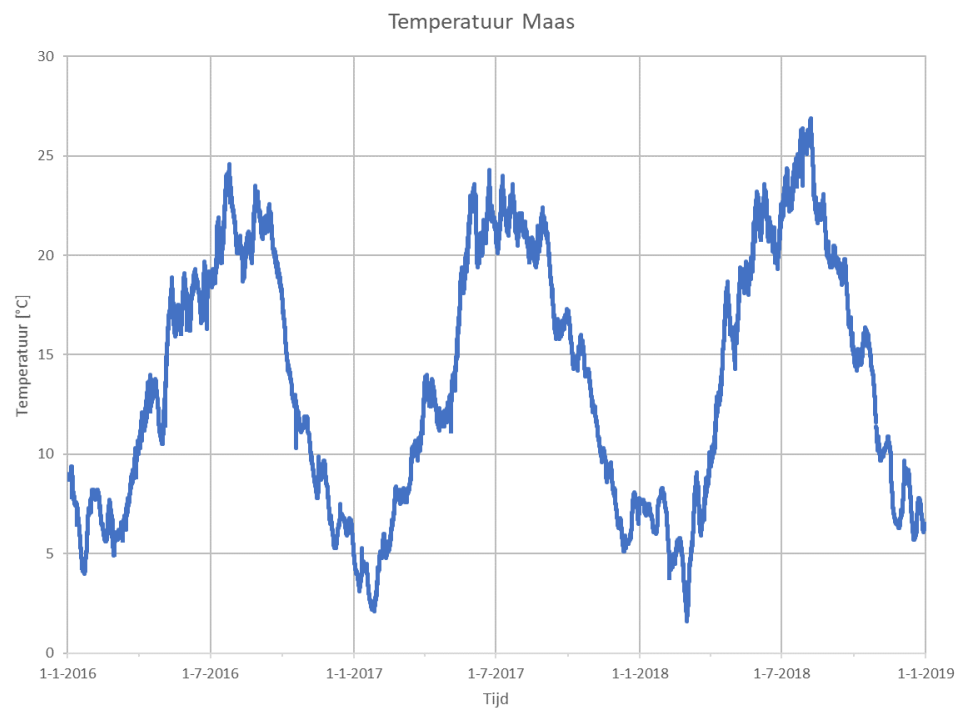
De potentie aan warmte in de Maas is ingeschat op basis van het gemiddelde debiet in de zomer. De zomer is in dit geval gedefinieerd als de periode wanneer het oppervlaktewater boven de 15 °C is. Daarnaast is een aantal vollasturen van 2.000 en een delta T van 3 aangehouden voor het TEO-systeem volgens de methode uit de Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem⁵. Het potentieel komt daarmee op **24.000.000 GJ** in 2016. Gebaseerd op de gemiddelde warmtevraag van 43 GJ per aansluiting in Hagerhof-oost zoals weergegeven in Tabel 2.8 kunnen er 560.000 aansluitingen van warmte worden voorzien.

De methode uit de landelijke verkenning is gebruikt om het potentieel van TEO voor heel Nederland te berekenen. Hierbij zijn relatief conservatieve uitgangspunten gebruikt om de potentie te berekenen. Het hangt van het watersysteem af welke mogelijkheden er zijn. Een hogere delta T van 6 °C verdubbelt het potentieel. Theoretisch is de periode dat het oppervlaktewater boven de 15 °C is langer dan 2.000 uur. In de laatste jaren is deze periode gemiddeld rond de 3.300 uur. Rekening houdend met onderhoud is 3.000 uur het maximum dat het systeem in werking kan zijn. Het theoretische minimum voor de Maas is **6.000.000 GJ** per jaar, gebaseerd op het veel drogere jaar 2017. De benodigde warmtevraag in Hagerhof-oost is ca. 53.000 GJ per jaar. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de potentie uit de Maas voldoende is.

⁵ IF Technology en Unie van Waterschappen (2016). Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem.



Figuur 2.3 | Debiet van de Maas bij Venlo in m³/s. Bron: Rijkswaterstaat.



Figuur 2.4 | Temperatuur van de Maas bij Venlo in graden Celsius. Bron: Rijkswaterstaat.

Tabel 2.8 | Warmtepotentieel van de Maas in GJ en in het aantal woningequivalenten op basis van 43 GJ warmte per woning.

TEO uit de Maas				
parameter	eenheid	2016	2017	2018
TEO (theoretisch potentieel) min ⁶	GJ/jaar	24.000.000	6.000.000	9.000.000
TEO (theoretisch potentieel) max ⁷	GJ/jaar	73.000.000	18.000.000	27.000.000
woningequivalenten (WEQ) min	-	560.000	140.000	210.000
woningequivalenten (WEQ) max	-	1.690.000	410.000	620.000

2.3.2 Locatie TEO-systeem

De locatie van het TEO-systeem heeft invloed op het ontwerp. Nabij grote rivieren kan het vinden van een geschikte locatie nogal een uitdaging zijn onder andere vanwege waterkerende werken zoals dijken, gebieden die ruimte bieden als overloop bij hoogwater of grote kunstwerken zoals sluizen. In Venlo stroomt de Maas echter rechtstreeks door de stad, zonder dat er kunstwerken of uiterwaarden aanwezig zijn. Dit zou het vinden van een geschikte locatie moeten vergemakkelijken. De exacte locatie moet bepaald worden in overleg met Rijkswaterstaat, waarbij de veiligheid, leveringszekerheid en overige belangen niet in het geding mogen komen. In Figuur 2.5 is in het geel indicatief weergegeven waar de locatie voor het TEO systeem kan worden gezocht⁸. Deze locatie heeft ook een functie als overstromingsgebied voor de Maas. In het ontwerp van het TEO-systeem kan daar rekening mee worden gehouden. Vanuit technisch-economisch perspectief heeft een locatie zo dicht mogelijk bij Hagerhof-oost de voorkeur. Er lijken op eerste oogblik geen factoren te zijn die dit belemmeren.

In het meest gunstige geval zit het TEO-systeem zo dicht mogelijk bij het WKO-systeem, de centrale technische ruimte (TR) en de afnemers van energie, zodat het leidingwerk kort gehouden kan worden. In Paragraaf 2.4 wordt weergegeven hoe dit er uit zou kunnen zien. In onderstaande tekst is beschreven wat de impact van het systeem qua inpassing is. De locatie van onttrekking en lozing zal dusdanig gekozen moeten worden dat er voldoende energie onttrokken kan worden om te kunnen regenereren. Regenereren is in deze context een term voor het opladen van de warme WKO-bron met de warmte uit oppervlaktewater.

De berekeningen in de vorige paragraaf houden rekening met temperatuur en debiet. De overweging en keuze van de locatie heeft vooral te maken met ruimte, kosten, benodigde bouwkundige voorzieningen en de invloed op andere functies van een kunstwerk in het watersysteem. Een TEO-systeem mag bijvoorbeeld geen negatieve invloed hebben op de primaire functie van een waterkering i.v.m. waterveiligheid.

Voor de locaties geldt dat er afhankelijk van de uiteindelijke capaciteit die wordt opgesteld ruimte moet zijn voor een TEO-systeem. Voor warmtelevering in Hagerhof-oost is een TEO-systeem met een capaciteit van ca. 500 m³/h benodigd. Bij een systeem met dergelijke capaciteit moet rekening gehouden worden met een vrije ruimte van minimaal 100 - 150 m² voor o.a. filters, waterbehandeling, pompen, regeltechniek en warmtewisselaars. Bij een gebouw met hogere vrije ruimte kan deze ruimte kleiner worden door componenten boven elkaar te plaatsen. Het moet

⁶ De minimale theoretische potentie is berekend met 2.000 vollasturen en een delta T van 3 °C.

⁷ De maximale theoretische potentie is berekend met 3.000 vollasturen en een delta T van 6 °C.

⁸ E-mail RWS d.d. 4 maart 2020.

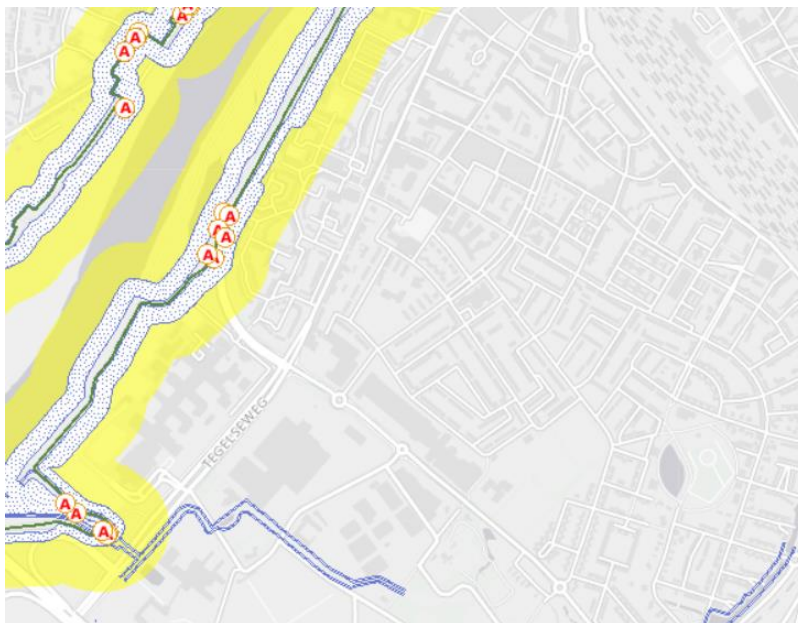
expliciet vermeld worden dat dit alleen nog de ruimte van het TEO-systeem betreft inclusief uitkoppeling met het WKO-ringnet. De energiecentrale (warmteoverdrachtsstation (WOS)) met warmtepompen, regelkasten, warmtewisselaar, eventueel piekvoorzieningen en buffers voor koppeling aan het warmtenet zit nog niet in deze ruimte. Voor de WOS is een locatie in de wijk geschikt, zodat het warmteverlies in het warmtenet beperkt wordt. Onttrekking en lozing van oppervlaktewater op de dijk is ook geen onderdeel van deze technische ruimte.

In Figuur 2.5 is een potentieel zoekgebied voor het TEO-systeem weergegeven. Er is een significante groenstrook aanwezig op deze locatie. In Figuur 2.6 is een uitsnede van de leggerkaart van Waterschap Limburg weergegeven. Hierop is te zien dat er een waterkering in het gebied aanwezig is. Bij de inpassing van het TEO-systeem op deze locatie zijn er verplichtingen richting het bevoegd gezag (Rijkswaterstaat en Waterschap Limburg), zoals een watervergunning. Hieronder zijn een aantal vergunningen en regels weergegeven die gelden voor de potentiële zoeklocatie:

- Watervergunning kabel bij een waterkering en zorgplicht
- Algemene regel afrastering, hekwerk of schutting plaatsen bij een waterkering, meldplicht en zorgplicht
- Algemene regel afrastering, hekwerk of schutting plaatsen bij water, meldplicht en Zorgplicht
- Algemene zorgplicht werken bij een waterstaatswerk
- Watervergunning bouwwerk bij water en zorgplicht
- Zorgplicht bouwwerk bij een waterkering
- Algemene regel kabel of leiding bij water, meldplicht en zorgplicht
- Watervergunning oppervlaktewater onttrekken



Figuur 2.5 | Potentieel zoekgebied voor TEO-systeem. In het potentiële zoekgebied moet ruimte zijn voor een onttrekkings-, lozingspunt en TEO technische ruimte. Rekening houdend met het doorstroomdebiet kunnen onttrekking en lozing dicht na elkaar plaatsvinden zonder risico op thermische interferentie.



Figuur 2.6 | Leggerkaart Waterschap Limburg. Groene lijn = waterkering, geel = buitenbeschermingszone waterkering, gestippeld = profiel van vrije ruimte, A = afsluiter. De binnenbeschermingszone is niet zichtbaar, deze ligt onder profiel van vrije ruimte.

2.3.3 Randvoorwaarden TEO

De randvoorwaarden die aan een TEO-systeem worden gesteld zijn nog niet duidelijk. RWS en het waterschap heeft nog geen beleid gevormd omtrent koudelozingen en TEO-systemen. In alle gevallen betreft een TEO-systeem maatwerk en zal met de bevoegde instanties worden overlegd wat wel en niet kan binnen de huidige regelgeving.

Algemeen

Het belangrijkste uitgangspunt bij het beoordelen van een koudwaterlozing is dat de waterkwaliteit niet verslechtert en de ecologie niet nadelig wordt beïnvloed. Richtlijnen voor ecologische beoordeling zijn in Nederland op dit moment nog niet beschikbaar. STOWA (2017) heeft een Deltafact gepubliceerd met een overzicht van de beschikbare kennis van effecten van het verlagen van de watertemperatuur op de ecologische toestand van oppervlaktewater.⁹ In 2015 waren er een handvol TEO-installaties in bedrijf, waarvan er slechts bij één TEO-installatie in Gorinchem een vijftal jaren de waterkwaliteit en de ecologie is gemonitord. Hierbij zijn op korte termijn geen negatieve bevindingen geconstateerd.

Om negatieve effecten van de koudwaterlozing zoveel mogelijk te beperken, kan een aantal eisen aan de lozingen gesteld worden. Met deze eisen wordt gezorgd dat het gebied waarop de lozing invloed heeft niet te groot is en dat temperatuurverschillen in het watersysteem beperkt blijven. De verwachting is dat dergelijke eisen geen belemmering voor het exploiteren van een TEO-systeem vormen.

⁹ Bron: STOWA, 2017. Deltafact - Ecologische effecten koudwaterlozingen.

2.4 ENERGIECONCEPT

2.4.1 Algemeen

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

Keuze warmtenet

- Het warmtenet levert warmte van 70 °C (aanvoertemperatuur). De retourtemperatuur is 40 °C.
- Uit de startanalyse is naar voren gekomen dat een 70/40 °C warmtenet (ook bekend als middentemperatuur, MT) de beste optie is voor een collectieve oplossing in Hagerhof-oost op basis van de laagste nationale kosten voor CO₂-reductie.
- Op basis van de analyse van de gebouwen (type, bouwjaar, woningdichtheid en techniek) in voortliggende studie blijkt een MT-warmtenet de meest haalbare variant.
- De techniek wordt hiermee zoveel mogelijk uit de woning gehaald. In de woning is de ruimtelijke inpassing minimaal met een afleverset, die zowel ruimteverwarming als warm tapwater direct kan leveren. De investeringen binnen de woningen voor lage temperatuur afgiftesystemen blijft hiermee achterwege. Voor de woningbouwcorporatie kan dit een motivator zijn om voor een MT-warmtenet te kiezen.
- Bijkomend argument is dat daarmee de particuliere woningeigenaren ook bediend worden, zonder dat zij verplicht lage temperatuur afgiftesystemen moeten aanschaffen in de woning. Achterliggende motivatie is dat de gemeente daarmee niemand uitsluit en de warmte voor iedereen beschikbaar moet zijn.
- Bij renovatie/nieuwbouw wordt koeling niet als uitgangspunt meegenomen. Echter het unieke van het huidige systeem met TEO en WKO is dat er vooralsnog flexibiliteit geboden wordt. Voor het systeem in Hagerhof-oost is een WKO-ringleiding nodig, welke op lage temperatuur warmte distribueert. De inpassing van de WKO en de ringleiding kan dusdanig worden gekozen dat er in de toekomst wel koude kan worden geleverd mocht dat nodig zijn. Deze ringleiding is een separaat lage temperatuur net en is gescheiden van het MT-warmtenet.

2.4.2 Energetische analyse warmtevoorziening

De energetische uitgangspunten van het energieconcept zijn weergegeven in Tabel 2.9, waarbij er van afnemer naar bron is geredeneerd. De getallen in deze tabel zijn een indicatie op basis van het uitgewerkte concept. De energetische uitgangspunten van de gebouwen zijn eerder samengevat in Tabel 2.3.

Tabel 2.9 | Energetische input en output parameters van het concept collectieve WKO en TEO: base case.

parameter	eenheid	base case
gebouwen/afnemers		
aantal WEQ	-	1.230
warmtebehoefte gebouwen	MWh/jaar	14.700
warmtenet		
temperatuur warme leiding (aanvoer)	°C	70
temperatuur koude leiding (retour)	°C	40

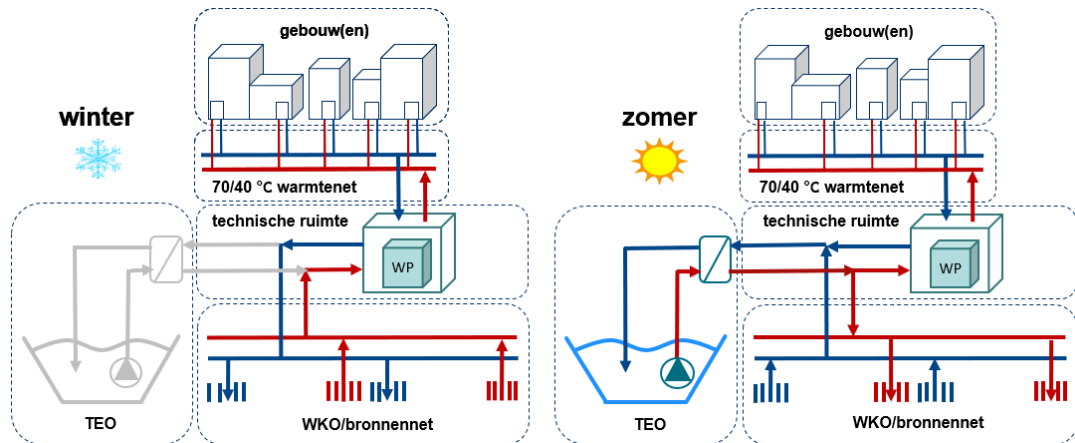
warmteverlies distributienet ¹⁰	%	15
technische ruimte		
maximale COP warmtepomp	-	3,4
Seasonal Performance Factor (SPF) warmtepomp ¹¹	-	3,0
warmteproductie totaal	MWh/jaar	17.300
vermogen productie totaal	MW	8,15
aandeel warmtepomp vermogen	%	100
aandeel piekvoorziening vermogen	%	0
aandeel warmtepomp energie	%	100
aandeel piekvoorziening energie	%	0
bron en opslag (TEO en WKO)		
minimale uitkoeling oppervlaktewater	°C	3,0
maximale uitkoeling oppervlaktewater	°C	6,0
minimale lozingstemperatuur oppervlaktewater	°C	12,0
minimale onttrekkingstemperatuur oppervlaktewater	°C	15,0
infiltratietemperatuur koude WKO	°C	7,0
minimaal debiet oppervlaktewater	m ³ /h	500
minimaal debiet WKO	m ³ /h	540
aantal WKO doubletten	-	6 - 8
gemiddelde infiltratietemperatuur warmte	°C	17
temperatuur warme leiding WKO	°C	13 - 25
temperatuur koude leiding WKO	°C	7 - 10
warmteverlies distributienet	%	0

2.4.3 Principeschema en schetsontwerp

In Figuur 2.7 is het principeschema van een collectieve WKO en TEO voor de winter en de zomer weergegeven. De seizoenen zijn indicatief om een bepaalde situatie te schetsen. In de winter is het TEO-systeem uitgeschakeld. In de zomer wordt het oppervlaktewater gebruikt als bron van warmte om de WKO te laden/regenereren. Het kan ook voorkomen dat er een warmtevraag in de gebouwen is en het TEO-systeem aan het laden is. In dat geval wordt de warmte uit oppervlaktewater direct ingezet om de gebouwen te verwarmen.

¹⁰ Het warmteverlies is gebaseerd op kengetallen voor distributieverliezen voor gebied- en centrale systemen per woning opgenomen in de Uniforme Maatlat versie 4.2 en omgerekend naar een percentage t.o.v. de warmtelevering.

¹¹ SPF is de gemiddelde COP gedurende een jaar. Het is de verhouding tussen nuttig geleverde warmte en benodigde elektriciteit van de warmtepomp.



Figuur 2.7 | Principeschema collectieve WKO en TEO in de winter en zomer (grijs = niet in bedrijf). Winter: het TEO-systeem is uitgeschakeld, omdat het oppervlaktewater te koud is ($< 15^{\circ}\text{C}$). Het WKO-systeem levert warmte uit de warme bronnen die door de warmtepomp wordt opgewaardeerd naar 70°C . Zomer: het TEO-systeem is ingeschakeld, warmte kan aan de warmtepomp geleverd worden om de gebouwen van warmte en/of tapwater te voorzien, daarnaast wordt de warmte uit het oppervlaktewater gebruikt om de WKO te laden/regenereren. WP = warmtepomp.

Een schetsontwerp heeft in deze fase van de haalbaarheid nog veel onzekerheden. Het geeft slechts een indicatie van wat er nodig is bij een collectief systeem en hoe dat eventueel ingepast kan worden. In Figuur 2.8 is een voorbeeld van een collectief warmtenet met WKO en TEO weergegeven. De exacte locatie van de verschillende onderdelen moet tijdens detailengineering bepaald worden.



Figuur 2.8 | Schetsontwerp collectieve WKO en TEO met een 70/40 °C warmtenet. De figuur is slechts een voorbeeld van het systeem (haalbaarheidsniveau). In de engineeringsfase wordt nadrukkelijk naar inpassing van de verschillende onderdelen gekeken. De componenten zijn niet op schaal.

Hieronder zijn de verschillende onderdelen van het concept toegelicht:

- 1 TEO-systeem (geel):** de warmtebron is energie uit oppervlaktewater. De warmte wordt in de zomer onttrokken uit het oppervlaktewater. Het TEO-systeem bestaat onder andere uit een inlaat, een uitlaat, leidingwerk, pompen, filters, warmtewisselaars en regelkasten. Een deel van de componenten staan in een technische ruimte. Dit kan een aparte ruimte voor het TEO-systeem zijn, maar het kan ook onderdeel uitmaken van een grotere technische ruimte waarin ook de energieopwekking plaatsvindt (zie punt 3). Voor de componenten van het TEO-systeem is een minimale ruimte van 100 - 150 m² benodigd. Deze ruimte moet ergens in de buurt van het water gereserveerd worden.
- 2 WKO (blauw):** het opslagsysteem is een WKO (open bodemenergiesysteem). De warmte uit het oppervlaktewater wordt in de zomer opgeslagen in de bodem. In de winter wordt deze warmte gebruikt om de gebouwen te verwarmen. Uit de huidige warmtevraag blijkt dat er meerdere dubletten nodig zijn, omdat de capaciteit van één dublet niet voldoende is. Een bronnennet is daarom benodigd om de verschillende warme en koude bronnen te verbinden. Dit zijn ongeïsoleerde PE leidingen. Er zijn minimaal 6 dubletten nodig voor de warmtevoorziening in Hagerhof-oost.
- 3 Technische ruimte (rode vierkant):** de technische ruimte, ook wel warmte-overdrachtsstation (WOS) genoemd, bevat een energiecentrale met een monovalent systeem. Dit houdt in dat er alleen warmtepompen zijn opgesteld voor de opwekking. De technische ruimte kan zowel één

of meerdere collectieve ruimtes zijn in een gebied waar de warmte wordt geproduceerd en toegevoegd aan een 70/40 warmtenet. Dit gebouw bevat onder andere opwekking (warmtepompen), regelkasten, uitkoppeling (warmtewisselaars en leidingen) met het WKO-net en buffervaten en is ca. 150 - 200 m² groot, maar kan ook over meerdere locaties verdeeld worden. Er moet een goede locatie gevonden worden om deze ruimte in te passen, typisch in het centrum van de wijk. Door de ruimte centraal te plaatsen, kan het warmtenet gefaseerd gerealiseerd worden, verschillende richtingen op.

- 4 **Warmtenet en onderstations (rood):** het warmtenet is afhankelijk van het energieconcept. In Hagerhof-oost wordt uitgegaan van een aanvoertemperatuur van 70 °C en retourtemperatuur van 40 °C. Bij deze aanvoertemperatuur zijn er minder energie besparende maatregelen noodzakelijk dan bij een lagere aanvoertemperatuur. Voor een jaren 60/70 wijk is dit de meest logische keus, om de transitie voor iedereen haalbaar te maken. Het warmtenet bestaat normaliter uit verschillende diameters leiding. Vanuit het warmte-overdrachtsstation loopt een backbone (grote diameter leiding) door de wijk. Deze vertakt via onderstations in kleinere distributienetten richting de verschillende delen van de wijk. De onderstations zijn niet ingetekend in Figuur 2.8. Een onderstation is vergelijkbaar met een klein elektriciteitshuisje, waarbij de warmte van de backbone wordt overgedragen aan het kleinere net.
- 5 **Gebouwen:** energiebesparende maatregelen (isolatie en/of aanpassing radiatoren) zijn in principe in de meeste gevallen niet nodig, in andere gevallen moet er een aanpassing naar minimaal label C plaatsvinden om met 70 °C comfortabel te kunnen verwarmen. In de gebouwen is een afleverset aanwezig tussen het warmtenet en de gebouw gebonden installaties.

2.4.4 Aanpassingen bewoners

Om aangesloten te kunnen worden op een systeem met TEO en WKO zijn er aanpassingen nodig in de warmtevoorziening. In deze paragraaf is een korte beschrijving gegeven van de consequenties voor bewoners van WKO en TEO met collectief warmtenet.

1 WKO + TEO en collectief warmtenet

Werking van een collectief warmtenet met een centrale hoge temperatuur warmtepomp

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

De warmte op het warmtenet wordt geleverd via één of meerdere centraal opgestelde warmtepomp(en) in de omgeving van de wijk. Deze wordt geplaatst in een technische ruimte. De bronwarmte van deze warmtepomp komt vanuit de WKO en de warmte in de WKO wordt geladen vanuit het oppervlaktewater. De warmtepomp kan ondersteund worden door een gasgestookte piekketel. Dit zorgt voor een forse reductie van het benodigde vermogen van de warmtepomp terwijl de gasgestookte ketel alleen bijspringt bij zeer lage buitentemperaturen. Het grootste gedeelte van het jaar werkt de warmtepomp dan ook zonder ondersteuning van de ketel. In de transitieperiode kan er voor worden gekozen om deze in eerste instantie met aardgas te laten draaien (t/m 2028). In de toekomst kan de piek worden vervangen door een duurzaam alternatief

zoals biogas of waterstof of zelfs helemaal worden uitgefaseerd. Daarmee wordt een flexibel en duurzame oplossing gecreëerd.

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

Collectieve hoge temperatuur warmtepomp

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

Warmtewisselaar in de woning (afleverset)

Voor dit concept heeft iedere woning een eigen warmtewisselaar (afleverset) nodig. Via deze warmtewisselaar wordt de warmte vanuit het distributienetwerk overgebracht naar het cv-water en het tapwater. De gasketel kan uit de woning verwijderd worden en de woningen kunnen hiermee volledig gasloos gemaakt worden. De warmtewisselaar betreft een relatief klein apparaat, kleiner dan een cv-ketel en kan meestal in de bestaande meterkast geplaatst worden. Voor het bereiden van warm tapwater werkt dit apparaat volgens het doorstroomprincipe waardoor opslag van warm tapwater niet nodig is. Figuur 2.9 toont een weergave van een mogelijke warmtewisselaar. Naast het overbrengen van de warmte is het apparaat voorzien van meters zodat de geleverde warmte gemeten kan worden.



Figuur 2.9 | Afleverset voor in de woningen.

Voor- en nadelen van een collectief hoge temperatuursysteem

- Ruimte in de woning (voordeel)
In dit concept is alleen een afleverset nodig in de woning zoals omschreven in de vorige paragraaf. Een opslag voor tapwater is niet nodig en de afleverset neemt zelf nog minder ruimte in beslag dan een cv-ketel.

- Tapwaterbereiding (voordeel)
Tapwater wordt in de afleverset bereid middels het doorstroomprincipe. Hierdoor is geen tapwateropslag benodigd en kan tapwater afgegeven worden naar behoefte. Met een heel gezin achter elkaar douchen of in bad gaan is mogelijk bij dit systeem. Het vermogen van de afleverset is afhankelijk van het ontwerp en de wensen van de afnemers. Logischerwijs is deze vergelijkbaar als het vermogen van de huidige gasketel.
- (optioneel) Ondersteuning door een gasketel (voordeel)
Hoge temperatuur warmtepompen zijn kostbaar en hoe hoger het vermogen, hoe hoger de kosten zullen uitvallen. De hoge vermogens zijn alleen nodig tijdens pieksituaties bij zeer koude buitentemperaturen. Vanwege kostenoptimalisaties kan het aantrekkelijk zijn om de warmtepomp samen te laten werken met een gasketel. De gasketel ondersteunt de warmtepomp alleen bij zeer lage buitentemperaturen, bijvoorbeeld vanaf -5 °C. Deze temperaturen komen maar korte periodes voor en daardoor wordt maar een geringe hoeveelheid gas verbruikt terwijl de warmtepomp fors gereduceerd kan worden in vermogen. Indien aardgas volledig uitgefaseerd wordt, kan de ketel op termijn worden vervangen door een biomassaketel of andere piekvoorziening. Een bijkomend voordeel van ondersteuning met een gasketel is dat tijdens onderhoudswerkzaamheden en storingen levering gegarandeerd is: het warmtenet kan tijdelijk worden verwarmd met gas en dit maakt het systeem robuust.
- Locatie huidige cv-ketel (nadeel)
De cv-ketel zit bij veel woningen op de 1^e of 2^e verdieping. Bij de overstap naar een collectief systeem zal de cv-ketel worden vervangen door een afleverset die aangesloten is aan het warmtenet op de begane grond. Dit betekent dat er woningaanpassing nodig is om de afleverset aan te sluiten op het CV-net.
- Aangezicht in de wijk (nadeel)
Voor dit systeem zijn één of meerdere technische ruimte(s) benodigd om de collectieve warmtepompen te plaatsen. Dit kan eventueel in een technische ruimte net buiten wijk worden gerealiseerd waarmee de impact in de wijk minimaal is.
- Aanleg warmtenet (nadeel)
Het aanleggen van een warmtenet is ingrijpend en hier zal de wijk tijdelijk hinder van ondervinden. Een voordeel hierbij is dat na het aanleggen niets meer zichtbaar is van het warmtenet. Tijdens de aanleg zullen echter grote delen van wegen in de wijk en delen van tuinen moeten worden opengegraven en weer worden hersteld. Het is belangrijk te vermelden welke impact een alternatief heeft, waardoor de verschillende nadelen kunnen worden gerelativeerd. Als bijv. alle bewoners moeten overschakelen naar een individuele warmtepomp, waarbij ook de infrastructuur in de woning (cv, water en elektriciteit) en wellicht ook de infrastructuur in de straat (elektriciteit) aangepast moet worden, heeft dit een enorme impact.
- Warmteverlies in een warmtenet (nadeel)
De temperatuur in het warmtenet dient constant 70 °C te bedragen. Hierdoor brengt een hoge temperatuur warmtenet verliezen met zich mee. Deze verliezen dienen door de centrale warmtepomp gecompenseerd te worden.
- Geen koeling mogelijk (nadeel)

3 Financiële haalbaarheid

Aan de hand van de technische analyse, beschreven in hoofdstuk 3 is de business case opgesteld. De investeringskosten (CAPEX), exploitatiekosten (OPEX), omzet en eventuele subsidies zijn inzichtelijk gemaakt. Daaruit volgt uiteindelijk een totaal project rendement (IRR) op basis van het total cost of ownership (TCO) principe. De IRR (internal rate of return) is het te verwachten rendement op een investering. De TCO geeft de totale kosten weer over een zekere projectlooptijd. Indien aannamen of kentallen gebruikt worden die niet afkomstig zijn uit hoofdstuk 3 zal dit expliciet vermeld worden.

3.1 BUSINESS CASE

3.1.1 Financiële analyse collectieve installaties

Uitgangspunten financiële analyse

Voor de financiële berekeningen is rekening gehouden met de energetische uitgangspunten weergegeven in Tabel 2.9 en de financiële uitgangspunten weergegeven in Tabel 6.1. Voor de genoemde uitgangspunten is 2020 als referentiejaar gebruikt.

Een belangrijke stap richting bewoners is informeren en draagvlak creëren. Om draagvlak te realiseren is het belangrijk om een vergelijking te maken tussen het gekozen scenario, de bestaande situatie (referentiescenario) en eventueel andere alternatieve energievoorzieningen. Voor ontwikkelaars en nieuwbouw is gas niet meer de referentie. Voor bestaande bouw ligt dat vaak nog anders aangezien alle woningen zijn aangesloten op aardgas. Een eerste stap richting de bewoners is om te laten zien wat een duurzame techniek voor hen betekent ten opzichte van aardgas. Een volgende stap is om vervolgens de vergelijking te maken met een andere techniek. Deze andere techniek kan bijv. individuele lucht-/waterwarmtepompen zijn.

Als referentiesysteem zijn de volgende varianten gekozen:

- conventioneel: individuele gasketels;
- lucht-/waterwarmtepompen.

In Tabel 3.1 zijn de kosten (investeringskosten en exploitatiekosten) en baten van het project weergegeven.

Total cost of ownership

De total cost of ownership (TCO) van deze varianten is weergegeven in Figuur 3.1 en Figuur 3.2. In Figuur 3.1 zijn de cumulatieve kosten over een looptijd van 30 jaar weergegeven. Dit is inclusief investeringen, herinvesteringen en exploitatiekosten, maar exclusief een opslagpercentage voor winst en risico. Dit zijn de kosten op het moment van uitgave en indexering van prijzen is meegenomen in de kosten over de verschillende jaren. Figuur 3.1 geeft een goed beeld van hoe de kosten zijn opgebouwd en wanneer deze gemaakt worden. Op basis van Figuur 3.1 is het echter nog moeilijk om kosten van verschillende varianten met elkaar te vergelijken. In de variant met WKO, TEO en warmtenet zijn de investeringskosten aan het begin van het project veel hoger dan bij de referentie. De referentie met gasketels is vooral duur door hoge exploitatiekosten. In Figuur 3.2 is daarom rekening gehouden met de tijdwaarde van geld. Geld dat bij de start van het project wordt uitgegeven is meer waard dan hetzelfde bedrag dat aan het eind wordt uitgegeven. In Figuur 3.2

zijn daarom de kosten verdisconteerd. Door een disconteringsvoet te hanteren kunnen kosten op verschillende tijdstippen met elkaar vergeleken worden. De hoogte van de disconteringsvoet is projectafhankelijk (periode, risico's) en afhankelijk van de financieringspartij. Daar is geen eenduidig antwoord op te geven. Daarom is gekozen voor een disconteringsvoet van 4,9%. Dit is gelijk aan het gewogen gemiddelde vermogenskostenvergoeding (WACC) uit het conceptadvies SDE++ 2020 voor aquathermie.¹²

Tabel 3.1 | Kosten collectieve WKO en TEO, individuele gasketels en individuele warmtepompen. Sommige kosten zijn niet meegenomen in de casus, zoals woningaanpassingen en isolatie, omdat dit per gebouw verschillend zal zijn.

parameter	eenheid	1. collectieve WKO, TEO en warmtenet	2. individuele gasketels	3. individuele lucht-/waterwarmtepompen
CAPEX				
WKO/open bodemenergiesysteem	€	1.170.000	-	-
TEO/regeneratiesysteem	€	440.000	-	-
distributienet WKO en TEO	€	1.990.000	-	-
warmtenet (inclusief afleverset)	€	10.410.000	-	-
warmte-overdrachtsstation/opwekking	€	5.490.000	2.110.000	17.400.000 ¹³
onderstations	€	1.020.000	-	-
aansluitkosten nutsvoorzieningen	€	20.000	-	-
ontwerp- & advieskosten	€	1.060.000	105.000	900.000
afsluiten gas ¹⁴	€	500.000	-	500.000
aanpassing woning (elektrisch koken en aanpassen meterkast)	€	-	-	-
energie besparende maatregelen (isolatie)	€	-	-	-
totaal	€	22.260.000	2.160.000	18.850.000
OPEX				
elektriciteit (vast + variabel)	€/jaar	552.000	-	1.060.000
gas (vast + variabel)	€/jaar	-	1.350.000	-
onderhoud en beheer WKO	€/jaar	23.000	-	-
onderhoud en beheer TEO	€/jaar	36.000	-	-
onderhoud en beheer distributie-/warmtenet	€/jaar	124.000	-	-
onderhoud en beheer warmtepompen	€/jaar	110.000	125.000	520.000
management/administratie/facturatie	€/jaar	74.000	-	-
totaal	€/jaar	919.000	1.475.000	1.580.000
subsidies en eenmalige inkomsten				
energie-investeringsaftrek (EIA)	€	790.000	-	-
investeringssubsidie duurzame energie (ISDE)	€	-	-	2.800.000

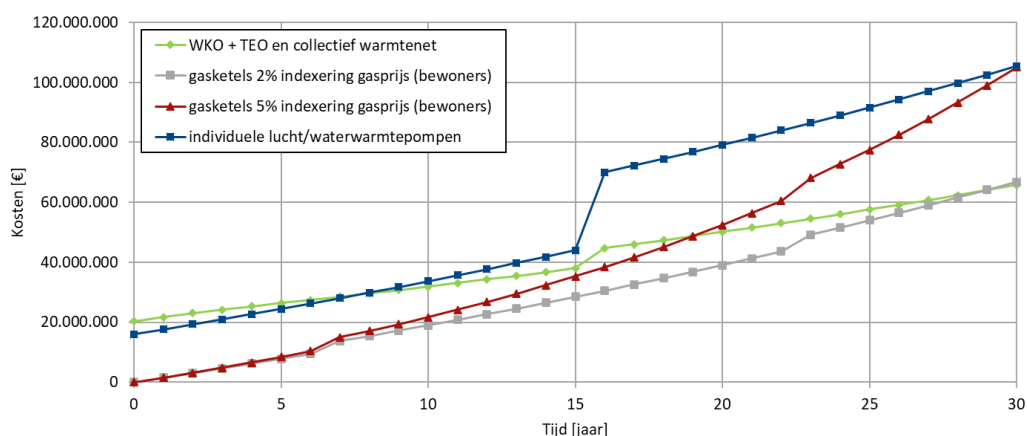
De verschillende lijnen in Figuur 3.1 en Figuur 3.2 stellen het volgende voor:

¹² Conceptadvies SDE++ 2020. Overzicht basisbedragen en algemene parameters en uitgangspunten.

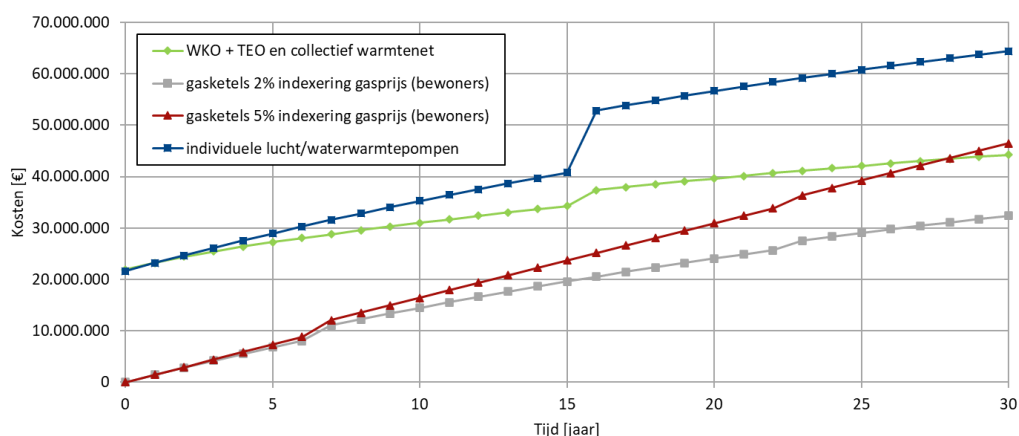
¹³ Kosten hoge temperatuur lucht-/waterwarmtepomp.

¹⁴ Gebaseerd op het afsluiten van 886 aansluitingen van woningen en 46 utiliteitsgebouwen.

- 1 WKO, TEO en collectief warmtenet: dit zijn alle kosten van investeringen, herinvesteringen en exploitatiekosten gedurende de projectlooptijd. Dit is exclusief winst- en risicomarges van een warmtebedrijf.
- 2 Gasketels 2% indexering (bewoners): dit zijn de cumulatieve kosten van alle bewoners voor gas (levering en vastrecht), aanschaf ketel en onderhoud, uitgaande van een indexering van de gasprijs van 2%.
- 3 Gasketels 5% indexering (bewoners): zie 2, alleen dan met 5% indexering van de gasprijs.
- 4 Lucht-/waterwarmtepomp: dit zijn de cumulatieve kosten van investeringen, herinvesteringen en exploitatiekosten voor bewoners. De exploitatiekosten bestaan uit onderhoud en elektriciteitskosten.



Figuur 3.1 | Total cost of ownership (TCO) collectieve WKO, TEO en warmtenet in vergelijking met de TCO individuele gasketels zonder rekening te houden met de tijdswaarde van geld. Na circa 28 jaar is het uitgegeven absolute bedrag bij een gasketel met 2% indexering hoger dan bij WKO en TEO. Bij 5% indexering heeft de gasketel na ca. 18 jaar een hogere TCO. In de WKO en TEO variant is nog geen opslag voor winst en risico meegenomen.



Figuur 3.2 | Total cost of ownership (TCO) collectieve WKO en TEO in vergelijking met de TCO individuele gasketels rekening houdend met de tijdswaarde van geld. WKO en TEO is na circa 28 jaar goedkoper dan de gasketel met 5% indexering van de gasprijs. In de WKO en TEO variant is nog geen opslag voor winst en risico meegenomen.

Uit Figuur 3.1 en Figuur 3.2 is te concluderen dat de tijdswaarde van geld een grote invloed heeft, maar ook een grote onzekerheid, en daardoor een risico met zich meebrengt. De tijdswaarde van geld is niet of nauwelijks te voorspellen. Daarnaast is ook te zien dat de indexering van warmte en gas een grote invloed heeft op de TCO. Zo lang de warmteprijs wordt afgeleid van de gasprijs is daar een koppeling mee te maken. De verwachting is echter dat de warmteprijs een steeds meer op zich zelf staande prijs wordt en de gasprijs geen referentie meer is. Uit Figuur 3.2 valt wel af te lezen dat de TCO van WKO, TEO en warmtenet over 30 jaar lager is dan van gas bij een indexering van 5%.

In bovenstaande figuren is nog geen rekening gehouden met exploitatie van de warmtevoorziening. Er is nog geen opslagpercentage voor winst en risico van een onderneming meegenomen. Dit betekent dat er één of meerdere partijen moeten komen die het systeem gaat ontwikkelen, realiseren en exploiteren. Waarbij de exploitatie ook weer in verschillende handen kan komen te liggen met verschillende eigenaren van het systeem. Hier zijn tal van mogelijkheden in. Er kan één partij zijn die alles voor zijn rekening neemt. Maar er kan bijv. ook een aparte netbeheerder, producent en leverancier komen. Voor het eigenaarschap en de verschillende rollen in de keten van warmtelevering is het in dit haalbaarheidsonderzoek te vroeg. Er kan wel gekeken worden tegen welke voorwaarden WKO, TEO en warmtenet haalbaar is. In het exploitatiemodel wordt hier dieper op ingegaan.

Exploitatiemodel

Zoals eerder vermeld zijn in bovenstaande grafieken bij WKO, TEO en warmtenet nog geen opslag voor winst- en risico meegenomen. Oftewel een partij die investeert in het systeem wil daar ook een bepaald rendement op halen. In Tabel 3.2 zijn de inkomsten (omzet) voor een exploitant weergegeven door middel van warmtelevering aan de bewoners. De omzet is berekend op basis van de maximale tarieven die gerekend mogen worden, uitgaande van de richtlijnen van ACM voor 2020. De CAPEX en OPEX van WKO, TEO en warmtenet samen met de omzet voor de exploitant vormen de minimale case in dit onderzoek. In Tabel 3.3 is te zien dat deze minimale case een projectrendement (IRR) van 1,5% oplevert. Warmtenetten zijn commercieel geen aantrekkelijke verdienmodellen, omdat de investeringsrisico's hoog zijn en de financiële rendementen beperkt.

Tabel 3.2 | Opbrengsten exploitatie WKO, TEO en warmtenet uitgaande van de maximale tarieven voor warmte in 2020 vastgesteld door de ACM.

naam systeem		1. collectieve WKO, TEO en warmtenet
omzet		
warmtelevering	€/jaar	1.140.000
vastrecht warmte	€/jaar	480.000
meetkosten	€/jaar	30.000
huur afleverset	€/jaar	130.000
totaal	€/jaar	1.780.000

Tabel 3.3 | Financiële output business case. De benodigde BAK/subsidie is een bedrag dat benodigd is om een bepaald projectrendement te realiseren. De benodigde BAK/subsidie en netto contante waarde is weergegeven bij verschillende projectrendementen (IRR).

naam systeem		1. WKO + TEO en collectief warmtenet					
variant		a	b	c	d (base case)	e	f
projectrendement (IRR) ¹⁵	%	1,5%	3,0%	4%	4,9%	6%	8%
BAK warmtewet	€/WEQ	0	3.727	3.727	3.727	3.727	3.727
Onrendabele top (OT)/subsidie	€/WEQ	0	0	2.100	3.600	5.000	7.100
benodigde BAK/OT/subsidie totaal	M€	0	4,6	7,2	9,0	10,8	13,3
netto contante waarde (NCW) ¹⁶	M€	-8,6	-4,4	-1,8	0	1,8	4,3

In 2016 hadden warmteleveranciers een gemiddeld rendement op hun project van 4,8%.¹⁷ Een IRR van 1,5% wordt daarom niet als haalbaar gezien. Financiering door middel van het vragen van een bijdrage aansluitkosten (BAK) of subsidies is nodig om het projectrendement te verhogen. In Tabel 3.3 is voor een aantal projectrendementen aangegeven hoeveel geld daarvoor nodig is. Vanuit de warmtewet in 2020 mag er een BAK gevraagd worden van € 3.737,- exclusief BTW voor aansluiting op een warmtenet. Deze is niet verwerkt in de minimale case, maar als extra case (b) opgenomen. Uit de resultaten van Tabel 3.3 kan worden geconcludeerd dat er een significante subsidie nodig is om een dergelijk groot project te financieren. De benodigde subsidie is afhankelijk van de BAK die betaald wordt. Voor een IRR van 4,9% ligt het benodigde subsidie bedrag tussen de 4,5 MEUR (maximale BAK) en 9,0 MEUR (geen BAK).

In de gevoeligheidsanalyse wordt case d als de base case gezien.

SDE++ 2020

De onrendabele top/subsidie in Tabel 3.3 stelt in de business case een investeringssubsidie voor die een project aan de voorkant moet financieren. Een investeringssubsidie is bedoeld voor de aanschaf van assets. Naast een investeringssubsidie zijn er ook exploitatiesubsidies. Een voorbeeld van een exploitatiesubsidie is de subsidie Stimuleringsregeling Duurzame Energietransitie (SDE++). Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) stimuleert daarmee de ontwikkeling van een duurzame energievoorziening in Nederland. In 2020 wordt de bestaande SDE+-regeling verbreed naar de SDE++. In de SDE++ 2020 is aquathermie (waarvan TEO onderdeel is) opgenomen. De rangschikking van subsidieverlening voor duurzame energietechnieken is gebaseerd op rangschikking op subsidiebehoefte (subsidie per ton CO₂ reductie). Aquathermie is achteraan gerangschikt, wat betekent dat andere duurzame technieken voorrang krijgen. Het is op dit moment onzeker hoeveel subsidie er beschikbaar komt voor aquathermie. Daarom is de SDE++ 2020 niet opgenomen in de base case in Tabel 3.3. In de gevoeligheidsanalyse is de SDE++ 2020 wel meegenomen.

¹⁵ IRR is het rendement voor belasting en exclusief rentelasten.

¹⁶ De netto contante waarde is berekend met een disconteringsvoet van 4,9%. Dit is marktconform het conceptadvies basisbedragen SDE++ 2020.

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

¹⁷ Ecorys, 2017. Rendementsmonitor warmteleveranciers 2015-2016, Rotterdam: Ecorys.

3.1.2 Financiële analyse business case bewoners/afnemers

Uitgaven voor de bewoners

De business case in zijn geheel geeft voor een bewoner of het individu nog niet zo veel inzicht. Enerzijds is de bewoner door middel van de warmtewet beschermd volgens het Niet Meer Dan Anders (NMDA) principe. Echter zijn er een aantal kosten die nog niet in de business case verwerkt zijn, zoals:

- 1 energie besparende maatregelen (isolatie);
- 2 aanpassingen van de woning achter de afleverset, zoals:
 - elektrisch koken;
 - aanpassen meterkast;
 - verwijderen gasketel en leidingen.

Bovenstaande kosten moeten hoe dan ook gemaakt worden. Door wie de kosten gedekt gaan worden - bewoner, woningcorporatie of subsidies - moet in het vervolg verder uitgezocht worden. Deze kosten zijn moeilijk op voorhand te bepalen en deze kosten zijn ook niet voor iedereen gelijk. Huizen met energielabel A hebben de eerst genoemde kosten niet en huizen met energielabel D of hoger wel. Daarbij hangt het ook nog af van welke isolatie maatregelen (dak, vloer, gevel etc.) nu al zijn toegepast en welke type woning (rijtussen, rijhoek, 2-1 kap, vrijstaand, galerij etc.) Voor punt 2 geldt ook dat dit voor veel huizen verschillend is. Daarmee geldt dat bij het aanpassen van het energielabel er weer een apart verdienmodel voor de bewoner zit. Oftewel de bewoner gaat zijn investering terug verdienen door minder warmte af te nemen. Met als gevolg dat de business case voor de exploitant juist weer minder goed wordt en de onrendabele top stijgt. In de base case is dit nog niet meegenomen, omdat er vooral is geredeneerd vanuit de exploitant en vanuit de huidige situatie. Het is in deze fase ook nog niet duidelijk welke partij welke kosten gaat dekken. Daarvoor is een business case per stakeholder nodig. Voor nu kan er wel een inschatting op basis van kengetallen gegeven worden om het plaatje compleet te maken. In de gevoeligheidsanalyse worden deze extra kosten ook meegenomen om te zien wat het effect is op de IRR.

De kosten voor isolatie zijn weergegeven in Tabel 3.4. Er is voor het gemak uitgegaan van drie type woningen: 2-1 kapwoning, rijtussen, galerij. Bij de 2-1 kap woningen zijn de vrijstaande woningen en hoekwoningen opgeteld. Voor de rijwoningen is uitgegaan van rijtussen. Voor de galerijwoning is uitgegaan van meergezinswoning, 2 woonlagen, tussen-dak. Voor de bepaling van de kosten is gebruik gemaakt van de energiebesparingsverkenner van RVO.¹⁸ De woningen zijn als volgt verdeeld: vrijstaand (24%), rijwoning (64%), galerijwoning (12%).

¹⁸ <https://energiebesparingsverkenner.rvo.nl/>

Tabel 3.4 | Kosten labelverbetering naar energielabel C d.m.v. energie besparende maatregelen.

energielabel	aantal totaal	kosten gemiddeld [€]	kostenspreiding [€]
A	44	0	0
B	24	0	0
C	511	0	0
D	184	4.000	500 - 9.000
E	40	6.500	4.000 - 12.000
F	59	7.400	4.000 - 12.000
G	25	> 7.400	> 7.400
totaal	920	1.430 (=gemiddeld) 1.430.000 (=totaal)	

In Tabel 3.5 zijn voor verschillende cases de integrale maandlasten voor de bewoners berekend. Dit zijn de maandlasten van de bewoner over een projectlooptijd van 30 jaar, waarbij de aanvangskosten, herinvesteringen en maandlasten inclusief indexering meegerekend zijn. De kosten zijn netto contant gemaakt tegen een disconteringsvoet van 4,9%. In het uiterste geval bij een IRR van 4,9% voor de exploitant betaald de bewoner de volledige BAK en aansluitkosten achter de voordeur. De gemiddelde kosten per maand zijn dan € 133,-. Dit is vergelijkbaar met de kosten van aangesloten blijven op gas als de gasprijs indexeert met 5%. T.o.v. van de TCO voor WKO en TEO is “aansluitkosten in pandig woning” toegevoegd. Dit zijn de kosten voor aanpassing van de meterkast, elektrisch koken en verwijderen van de ketel en leidingen, oftewel om in pandig de cv en tapwater aan te kunnen sluiten op de afleverset.

De gemiddelde kosten voor isolatie zijn in deze vergelijking ook meegenomen. Isolatie is een maatregel die in alle gevallen kan worden toegepast. Bij verbetering naar label C gaat dit gemiddeld 1.430 EUR/woningequivalent kosten. Hoewel het niet eenvoudig is om deze kosten te kunnen socialiseren over de wijk, maakt het voor de hoogte van de onrendabele top van de warmtevoorziening niet uit of deze uitgespreid zijn over de woningen. Het is in ieder geval belangrijk om deze kosten inzichtelijk te maken. Nadat de rijksbijdrage is toegekend kan nader onderzocht worden hoe de subsidie verdeeld gaat worden.

In onderstaande kosten wordt geen rekening gehouden met restwaarde of waarde verhoging van de woningen. De kosten zijn de uitgaven in de looptijd van 30 jaar.

Tabel 3.5 | Kosten voor de bewoners. Alle kosten zijn exclusief btw.

case		1a	1b	1d	2a	2b	3
naam concept		collectieve WKO , TEO en warmtenet	collectieve WKO , TEO en warmtenet	collectieve WKO , TEO en warmtenet	ind-gas (2% indexatie)	ind-gas (5% indexatie)	Individuele lucht- /waterwarmtepomp
rendementsopslag (IRR)		1,5% = TCO	3,0%	4,9%	TCO	TCO	TCO
BAK/Onrendabele top/subsidies	€	0	3.727	7.287	0	0	0
aansluitkosten in pandig woning	€	2.500	2.500	2.500	0	0	0
isolatie	€	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430
integrale maandlast per woning ¹⁹	€	111	121	131	77	109	149
score integrale maandlast	-	3	4	5	1	2	6

3.2 GEVOELIGHEIDSANALYSE EN SCENARIO ANALYSE

3.2.1 Gevoeligheidsanalyse

De business case kent enkele gevoeligheden. Deze aspecten zijn belangrijk, omdat kleine variaties hierin al snel leiden tot grote verschillen over 30 jaar. De parameters die zijn onderworpen aan een gevoeligheidsanalyse zijn weergegeven in Tabel 3.6. Hieronder zijn de onderzochte parameters beschreven en waarom deze zijn gekozen.

- warmteprijs indexering: de warmteprijs is een onzekere factor voor de komende jaren. Op dit moment is de warmteprijs sterk afhankelijk van de gasprijs volgens het Niet Meer Dan Anders (NMDA) principe vastgesteld door de Autoriteit Consumenten & Markt (ACM). De verwachting is dat deze vergelijking in de toekomst steeds minder relevant wordt, omdat gas geen referentie meer is.
- BAK: de bijdrage aansluitkosten zijn de kosten die een bewoner of eigenaar van de woning betaalt om aangesloten te worden op het warmtenet. Voor een nieuwe aansluiting op een bestaand warmtenet gelden vaste tarieven (ACM). Voor een nieuw te ontwikkelen warmtenet zijn deze tarieven niet vastgesteld. Dat maakt het interessant om te onderzoeken wat het effect is van de BAK op het rendement.
- SDE++ 2020 aquathermie: in de subsidie stimulering duurzame energie SDE++ 2020 is aquathermie opgenomen. Echter is het onzeker hoeveel subsidie er daadwerkelijk per aquathermieproject uitgekeerd zal worden, zeker omdat aquathermie in de laatste subsidieronde is opgenomen, als de subsidiepot al deels is verdeeld over andere technieken. Daarom is de SDE++ 2020 niet meegenomen in de base case, maar wel in de gevoeligheidsanalyse.

¹⁹ Dit zijn de maandlasten van de bewoner over een projectlooptijd van 30 jaar, waarbij de aanvangskosten (aansluitkosten, BAK en isolatie), herinvesteringen en maandlasten inclusief indexering meegerekend zijn. De kosten zijn netto contant gemaakt tegen een disconteringsvoet van 4,9%. De integrale maandlast zijn de gemiddelde uitgaven gedurende 30 jaar. Er is geen rekening gehouden met restwaarde of waarde verhoging van assets.

- aansluitpercentage: wijken met verschillende stakeholders (bewoners, corporaties en utiliteit) op één lijn krijgen voor het aansluiten op een warmtenet is een enorme opgave. Berekeningen van huidige warmtenetten laat zien dat er minimaal tussen 60-90% aansluitpercentage moet zijn om financieel rendabel te worden. Het aansluitpercentage is het aantal woningen dat wordt aangesloten op het warmtenet.
- veranderende warmtevraag: in de toekomst bestaat er de kans volgens de huidige rekenmodellen (klimaat) dat de opwarming van de aarde door gaat zetten. Dit betekent dat de verwachting is dat er minder warmteverbruik in de toekomst gaat plaatsvinden. Ook bewoners gaan in de toekomst maatregelen nemen om hun huis te verduurzamen. Daarnaast worden bewoners steeds bewuster van de noodzaak van verduurzamen en is het feit dat in veel gevallen steeds meer mensen op zichzelf wonen. Dit wordt ook teruggezien in de trend van het gasverbruik van de afgelopen jaren. In de gevoeligheidsanalyse is rekening gehouden met een gemiddelde afname van de warmtevraag met 1%/jaar.
- pieklevering gas: de base case gaat uit van een monovalent systeem. Dit houdt in aardgasloos. Er kan worden gekozen voor een pieklevering met gas die tevens als back-up systeem kan worden toegepast. Het voordeel is dat daarmee de “dure” warmtepomp significant goedkoper wordt en daarvoor in de plaats een “goedkope” gasketel terugkomt. De gasketel wordt slechts ingezet op sporadische moment wanneer het buiten koud is en de warmtepomp niet meer genoeg vermogen kan leveren. De hoeveelheid gas die verbruikt blijft relatief beperkt.
- volloopsценario: het aanleggen van een warmtenet inclusief de TEO en WKO voor 1.000 woningen is een omvangrijk project dat niet in één jaar gerealiseerd kan worden. In de base case is uitgegaan van 5 jaar. Volloopsценario is een belangrijke parameter, omdat er tijdens de aanleg van een warmtenet risico's op vertraging zijn.
- onvoorziene kosten: een project van meer dan 15 miljoen euro brengt risico's en onzekerheden met zich mee. De huidige business case is een verkenning en vergt een verdieping. De post onvoorzien laat zien wat het effect is van een verkeerde inschatting van de CAPEX.
- kosten in pandig: in de woningen moeten aanpassingen worden gemaakt welke op voorhand moeilijk zijn in te schatten en voor elke woning anders kunnen zijn. Gemiddeld gezien wordt in Vesta MAIS (bron: PBL) op dit moment gerekend met 2.500 €/woning. Dit zijn kosten achter de voordeur en achter de afleverset. De kosten zitten vooral in het omleggen van leidingwerk van de gasketel opstelling naar de afleverset opstelling.
- elektriciteitsprijs indexering: de elektriciteitsprijs is net als de warmteprijs en gasprijs speculatief. Voor een exploitant brengt de onzekerheid in de elektriciteitsprijs risico's met zich mee.
- kosten isolatie: de kosten voor isolatie van de woning. Dit zijn gemiddelde kosten per woning.
- absolute warmtevraag: dit gevoeligheid van de warmtevraag is niet alleen belangrijk voor de business case, maar ook om de waarde van het huidige onderzoek in te kunnen schatten. De aanname bij deze gevoeligheid is dat het ontwerp van het gehele systeem aangepast kan worden voordat er tot realisatie wordt overgegaan. Het totale systeem wordt dus ontworpen op de uiteindelijke warmtevraag. Deze is dus anders dan de parameter “veranderende warmtevraag”, waarbij het systeem wordt ontworpen op de grootste vraag (overdimensionering). Deze parameter geeft een goede inschatting van het effect van toekomstige nieuwbouw, waarbij de warmtevraag 10% kleiner wordt en die bekend is voordat er tot realisatie van het warmtenet wordt overgegaan.

Resultaat

Als base case is gekozen voor een project met een IRR (projectrendement) van 4,9% en een onrendabele top van 3.560 EUR/WEQ (7.287 EUR/WEQ inclusief BAK). In Tabel 3.6 zijn de

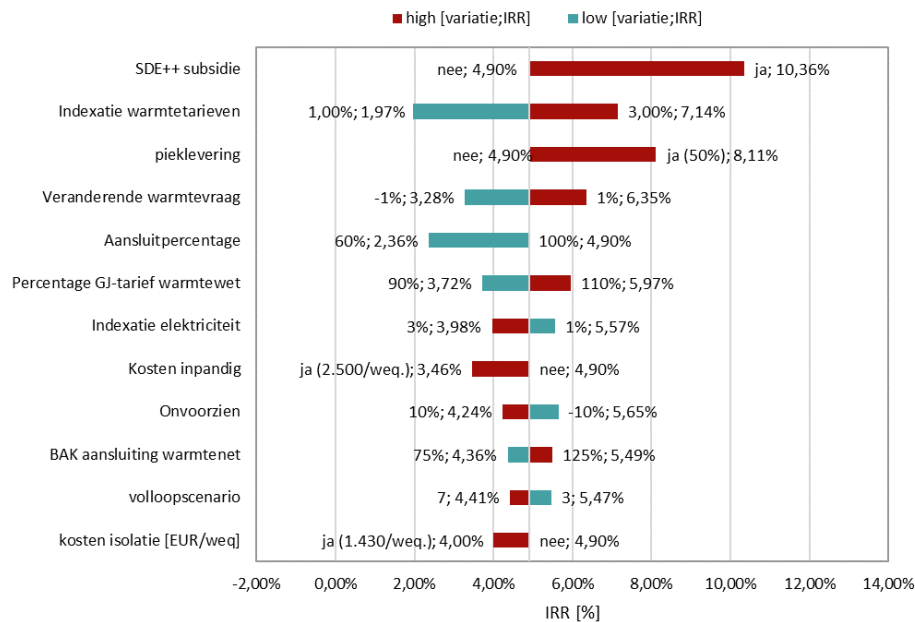
parameters van de gevoeligheidsanalyse met de onderzochte bandbreedte en het resultaat op het projectrendement (IRR) weergegeven. In Figuur 3.3 en Figuur 3.4 zijn de gevoeligheden grafisch weergegeven in een tornadodiagram. De gekozen bandbreedte heeft uiteindelijk een grote invloed op de spreiding van de IRR. Daarom geeft de tornadodiagram vooral de gevoeligheid weer van een onafhankelijke parameter. Deze moeten ook in perspectief geplaatst worden met de waarschijnlijkheid van voorkomen.

Een SDE++ subsidie kan een groot deel van de kosten van de business case dekken. Het belang van deze subsidie is groot, omdat indien geen aanspraak gemaakt kan worden op deze subsidie omdat de subsidiepot leeg is, er naar andere financiersmogelijkheden gekeken moet worden. De indexering van de warmteprijs laat daarna de grootste spreiding zien. Indexering van de warmtevraag is een onzekere factor over 30 jaar. Door deze conservatief in te schatten wordt het benodigde subsidiebedrag of onrendabele top hoger, zodat risico's voor een exploitant afgedekt kunnen worden.

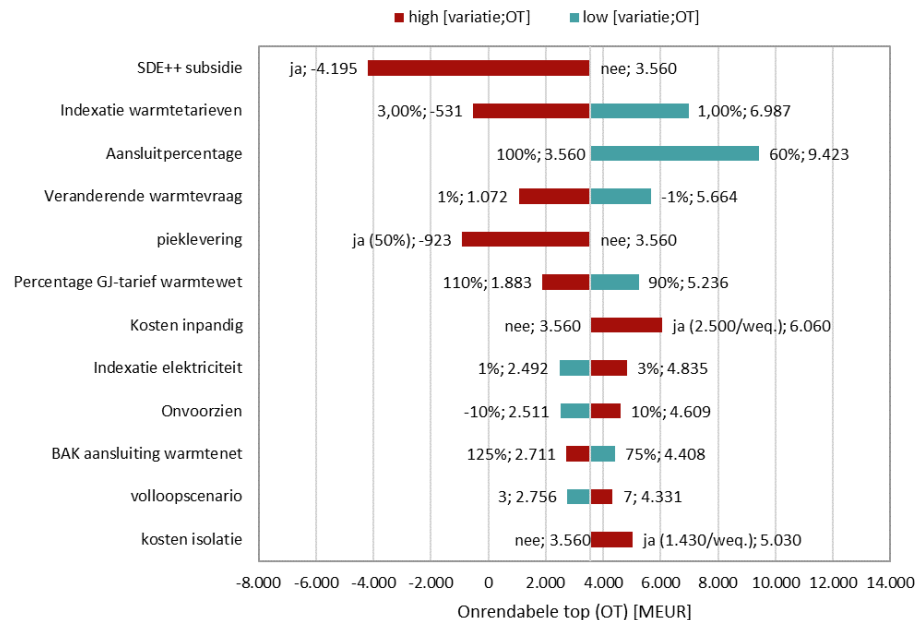
Daarnaast heeft logischerwijs de BAK een grote invloed. De BAK is een financiering van het project, zonder dat daar een beloning tegenover staat, behalve dat warmtelevering wordt gegarandeerd. Ook de veranderende warmtevraag en het aansluitpercentage zijn gevoelige parameters. De veranderende warmtevraag is qua gedrag vergelijkbaar met indexering van warmte. Indien de warmtevraag afneemt in de toekomst, worden de inkomsten voor een exploitant lager. Het aansluitpercentage geeft aan dat het zeer belangrijk is om een zo hoog mogelijk aansluitpercentage bij collectieve systemen te hebben. Het hangt natuurlijk af van waar de aansluitingen zich in de wijk bevinden. Bij het aansluitpercentage van 60% is er vanuit gegaan dat de aansluitingen verdeeld zitten over de wijk. De investering in het warmtenet (hoogste CAPEX) moet hoe dan ook gedaan worden.

Tabel 3.6 | Parameters gevoeligheidsanalyse.

Parameter [base case waarde]	low	Base case	high
SDE++ subsidie [nee]	nee	nee	ja
indexatie warmtetarieven [2%]	1,00%	2,00%	3,00%
Pieklevering gas [nee]	nee	nee	ja (50%)
veranderende warmtevraag [%/jaar]	-1%/jaar	0%/jaar	+1%/jaar
Aansluitpercentage [100%]	60%	100%	100%
GJ-tarief warmtewet [21,54 EUR/GJ]	90%	100%	110%
indexatie elektriciteit [2%]	1%	2%	3%
Onvoorzien [0 MEUR]	-10%	0%	10%
kosten inpandig [0 EUR/weq.]	nee	nee	ja (2.500/weq.)
Volloopscenario [5 jaar]	3	5	7
BAK aansluiting warmtenet [3.727 EUR/weq]	75%	100%	125%
kosten isolatie [1.430 EUR/weq]	nee	nee	ja (1.430/weq.)



Figuur 3.3 | Tornado diagram als resultaat van de gevoeligheidsanalyse van enkele parameters op het projectrendement (IRR).



Figuur 3.4 | Tornado diagram als resultaat van de gevoeligheidsanalyse van enkele parameters op de onrendabele top.

3.2.3 Scenario analyse

In overleg met de gemeente Venlo en Atriensis zijn een aantal scenario's doorgerekend. Scenario A wordt als echte worst case scenario benaderd en scenario F als best case. Scenario's B, L en M worden als meest realistische scenario's gezien voor een gasloze toekomst. Echter valt ook in de scenario analyse het effect van de SDE++ en de piekbelasting (50% met piekkel) niet te onderschatten. Het gebruik van een piekkel met in de toekomst hernieuwbaar gas is zeker het overwegen waard en moet onderwerp van gesprek blijven in de mogelijke uitwerking van het project. In Tabel 3.7 zijn de verschillende scenario's weergegeven.

Tabel 3.7 | Scenario analyse.

SCENARIO	Base case	A	B	C	D	E	F	G
Warmtevraag (GJ/WEQ)	43	35	45	45	45	45	55	45
Aansluitpercentage	100%	60%	85%	85%	85%	100%	100%	133%
Volloopsценario (jaren)	5	7	5	5	5	5	4	5
Projectrendement	4,9%	8,0%	6,0%	6,0%	6,0%	4,9%	4,9%	6,0%
SDE++	nee	nee	nee	nee	ja	nee	ja	nee
Piekbelasting	nee	nee	nee	ja	nee	ja	ja	nee
TOTAAL benodigde BAK/OT/subsidie (euro incl. btw)	8.817	20.664	12.769	6.597	2.137	3.263	-10.642	8.000
Afname warmtevraag per jaar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

SCENARIO	Base case	H	I	J	K	L	M	N
Warmtevraag (GJ/WEQ)	43	45	45	45	45	45	45	45
Aansluitpercentage	100%	85%	85%	85%	85%	90%	90%	90%
Volloopsценario (jaren)	5	1	5	5	5	5	5	5
Projectrendement	4,9%	4,5%	3,6%	2,3%	6,0%	6,0%	5,5%	5,5%
SDE++	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Piekbelasting	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee	ja
TOTAAL benodigde BAK/OT/subsidie (euro incl. btw)	8.817	8.000	8.000	8.000	14.653	13.860	13.220	7.423
Afname warmtevraag per jaar	0%	0%	0%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%

4 Organisatorisch kader

Aanvullend op de technische haalbaarheid (hoofdstuk 2) en financiële haalbaarheid (hoofdstuk 3), beschrijft dit hoofdstuk het organisatorisch kader, voor zover dit in deze fase kan worden geconcretiseerd.

Als eerst wordt een stakeholderanalyse gepresenteerd, en daarna het handelingsperspectief voor de volgende stap richting de realisatie van het collectieve warmtenet wordt beschreven.

4.1 STAKEHOLDERANALYSE

Deze verkennende business case geeft inzicht in de technische en financiële haalbaarheid van een warmtenet op basis van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Bij de voorbereiding van de realisatie van het collectieve warmtenet moeten verschillende partijen worden betrokken.

Hierbij zijn onder andere de volgende partijen betrokken:

- Gemeente Venlo
- Woningcorporatie Woonwenz
- Waterschap Limburg
- Rijkswaterstaat
- Provincie Limburg
- Enexis
- Bewoners (huurders en particulieren)
- Afnemers utiliteit

4.2 HANDELINGSPERSPECTIEF

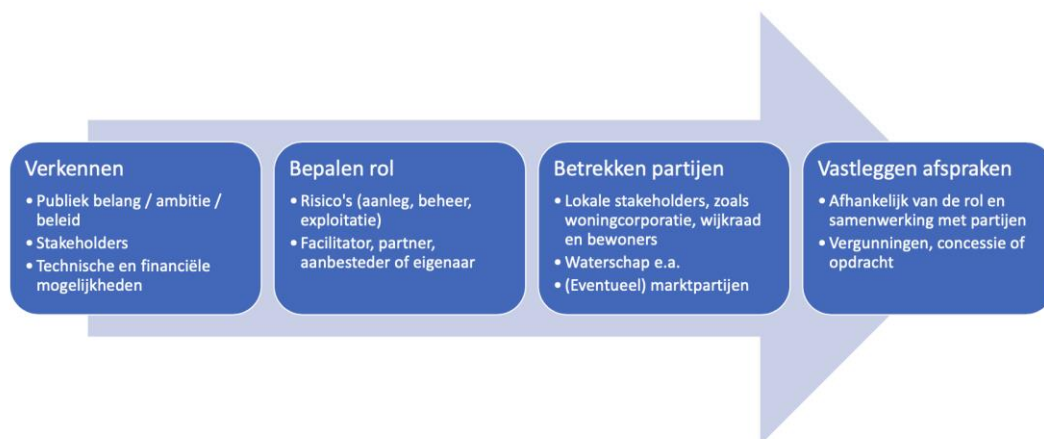
Gemeente Venlo is gestart om de mogelijkheden voor de realisatie van een warmtenet op basis van thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). De eerste stap hierin is het uitwerken van een aanvraag voor de Proeftuin Aardgasvrije Wijken.

Hoewel er meerdere vormen van financiering / subsidie kunnen worden verkend, ligt het voor de hand om in eerste instantie de mogelijkheden voor een aanvraag voor de Proeftuin Aardgasvrije Wijken te verkennen.

Deze verkennende business case kan als basis dienen voor deze aanvraag. Voor deze aanvraag zijn uitvoeringsgereedheid en robuustheid van het plan voor de totstandkoming van het warmtenet essentieel. Bij de aanvraag is ook van belang dat duidelijk wordt op welke manier de gemeente de (regie)rol invult bij de totstandkoming van het warmtenet. En op welke manier bewoners worden betrokken.

Mede gezien de aanvraag is het advies om tot een goede samenwerking te komen met partijen, waarbij de verschillende rollen expliciet worden en daadwerkelijk afspraken kunnen worden gemaakt. De gemeente kan (vanuit het perspectief als initiatiefnemer) in de voorbereiding van realisatie en exploitatie van het collectieve warmtenet hierbij de regie nemen.

Er zijn verschillende manieren om tot heldere afspraken met partijen te komen. Hier wordt een gestructureerd proces voorgesteld, waarbij in een aantal fasen concrete afspraken tussen partijen worden gemaakt. Dit proces is weergegeven in Figuur 4.1



Figuur 4.1 | Schematische weergave voorstel proces.

Verkennen

Deze verkennende business case vormt de basis voor de verkennende fase. In deze fase is het van belang dat de gemeente zelf het publieke belang dat zij wil dienen en daaruit voortkomende ambitie / beleid expliciteert, van waaruit naar het collectieve warmtenet wordt gekeken.

Daarnaast worden in deze fase de verschillende stakeholders in kaart gebracht. Als laatst worden in deze fase ook de (technische en financiële) mogelijkheden van het collectieve warmtenet verkend. In hoofdstuk 2 werd de technische haalbaarheid beschreven en in hoofdstuk 3 de financiële haalbaarheid.

Bepalen rol

Vanuit de verkennende fase zijn het publieke belang, stakeholders en (technische en financiële) mogelijkheden van het collectieve warmtenet in kaart gebracht. In deze fase bepaalt de gemeente zijn eigen rol ten aanzien van aanleg, beheer en exploitatie van het collectieve warmtenet.

Vanuit wet- en regelgeving heeft de gemeente veel keuzemogelijkheden om de eigen rol in te vullen. Deze rol is op voorhand dan ook niet evident. Ondanks deze (theoretische) keuzemogelijkheden, ligt de rol van de gemeente in de praktijk van een specifiek project veel minder open.

Wanneer het publieke belang, stakeholders en (technische en financiële) mogelijkheden van het collectieve warmtenet als uitgangspunten worden genomen, en de gemeente de risico's (bij aanleg, beheer en exploitatie) van het collectieve warmtenet in kaart brengt, dan volgt hier de rol van de gemeente uit.

Grofweg worden vier rollen onderscheiden:

- Facilitator: De gemeente ondersteunt een initiatief van anderen.
- Partner: De gemeente werkt samen met een andere partij aan de realisatie van het warmtenet.
- Aanbesteder: De gemeente maakt een keuze welke partij het warmtenet realiseert.
- Eigenaar: De gemeente start zelf een warmtebedrijf.

De keuze die de gemeente dan heeft, is de rol te pakken en het publieke belang dat zij wil dienen en daaruit voortkomende ambitie / beleid, of om de rol niet te pakken en de ambitie bij te stellen.

Betrekken andere partijen

Het resultaat van de vorige fase is sterk bepalend voor het vervolgproces in de realisatie van het collectieve warmtenet.

Afhankelijk van de rol van de gemeente, kan de gemeente andere partijen betrekken. Denk aan lokale stakeholders, zoals de woningcorporatie, wijkraad en bewoners, maar ook marktpartijen.

Vastleggen afspraken

Afhankelijk van de rol van de gemeente, zullen de afspraken met de betrokken partijen moeten worden vastgelegd. Indien de gemeente optreedt als facilitator, dan zal er minimaal een vergunning moeten worden afgegeven. Als de gemeente als partner of aanbesteder optreedt, dan zal een concessie in de markt moeten worden gezet. En een opdracht (tot realisatie van het warmtenet) als de gemeente als eigenaar optreedt.

4.3 VERVOLGSTAPPEN

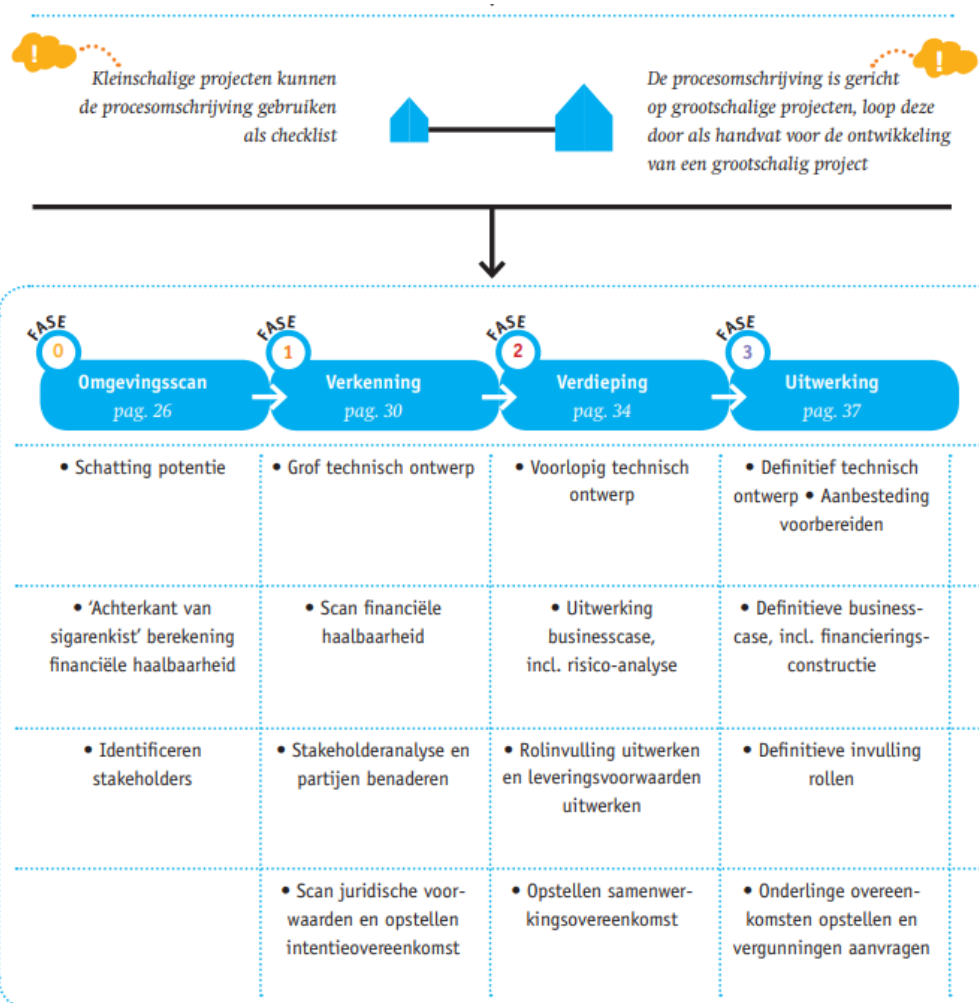
Zoals in de vorige paragraaf geschetst, hangt de route naar de realisatie en exploitatie van een TEO-systeem in Hagerhof-oost af van de rol van de gemeente. Er wordt van de gemeente verwacht dat zij de regierol nemen in het proces richting aardgasvrij. Na de haalbaarheidsstudie is er daarom nog geen eenduidige route aan te wijzen.

In Figuur 4.2 is een procesomschrijving weergegeven uit de Handreiking Aquathermie (STOWA, 2018). Hierin wordt een beeld geschetst van de te nemen stappen van de omgevingsscan t/m start realisatie. De rijen stellen van boven naar beneden het technisch, financieel, organisatorisch en juridisch kader voor. Als we deze procesomschrijving even als uitgangspunt nemen dan staan we nu ergens tussen halverwege en eind van fase 1: Verkenning. Op dit moment wordt parallel aan de haalbaarheidsstudie de subsidie proeftuinen aardgasvrije wijken ingediend, die een belangrijke horde, nl. de financiering van het project, kan nemen. De concrete vervolgstappen op korte termijn zouden zich nu vooral op het organisatorisch en juridisch vlak moeten bevinden. Het schaven aan de techniek en de kosten heeft niet zo veel meerwaarde voordat het organisatorisch kader verder op de rit is gezet. Concreet moet daarbij aan de volgende vervolgstappen gedacht worden:

- *Informeren, participeren en activeren van bewoners:* het participatietraject is een zorgvuldig proces en moet op tijd worden gestart. De gemeente heeft er voor gekozen om een onderzoek naar aquathermie te doen en daarvoor een subsidie aan te vragen. Vanuit het perspectief van de bewoner kan dit worden geïnterpreteerd alsof zij geen keuze hebben en dit in de maag gesplitst krijgen. Bewoners hebben graag een keuze en het is aan de gemeente om de bewoners daarin zo goed mogelijk te informeren. Dit kan door zichtbaar in de wijk te zijn door middel van een wijkcoach, die met de buurtbewoners het gesprek aan gaat; informatiebijeenkomsten over de verduurzaming van hun woningen; bewonersavonden over technische en financiële consequenties van keuzes die gemaakt moeten worden. Hiervoor moet het ook helder zijn voor de bewoners en de gemeente wat de kaders zijn en welke mate van invloed past bij het participatietraject. Bovenstaande stappen moeten op korte termijn worden gestart. In de

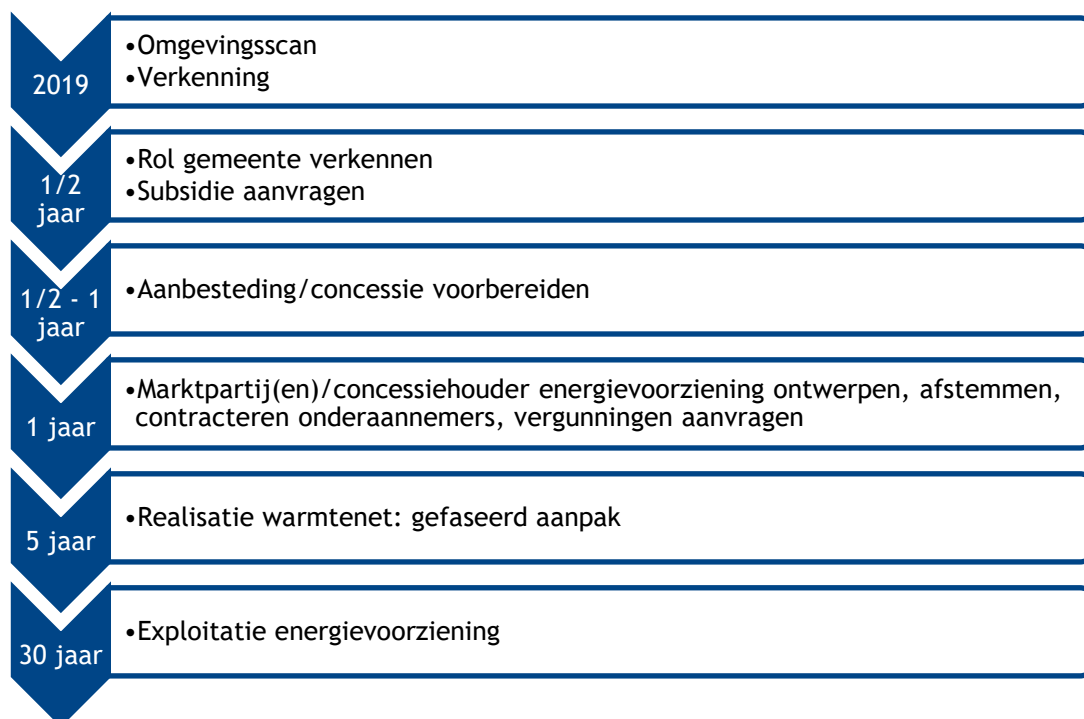
huidige energietransitie staat dit zelfs los van het wel of niet toepassen van TEO in Hagerhof-oost. TEO blijft daarin slecht één manier om de wijk aardgasvrij te krijgen.

- *Verkennen rol gemeente door onderzoek naar mogelijke organisatievormen en een risico analyse:* voordat een intentieovereenkomst getekend kan worden moet de gemeente helder hebben welke rol zij zelf gaan aannemen en waarom zij voor die rol kiezen. Vanuit die rol kunnen zij de regie op het project houden.
- *Intentieovereenkomst tussen belangrijke stakeholders:* gemeente, woningcorporatie, RWS, waterschap, netbeheerder, (optioneel grote utiliteit met een belangrijke maatschappelijke functie). Een intentieovereenkomst is niet juridisch bindend, maar geeft aan dat de partijen er in geloven en met elkaar de volgende stappen willen zetten. Parallel aan het participatietraject heeft het een meerwaarde als er meerdere partijen, niet alleen commerciële partijen, vertrouwen hebben in de techniek. Ook richting realisatie is het belangrijk dat alle partijen van het begin af aan betrokken zijn bij het proces en hun expertise op de juiste momenten kunnen inzetten.



Figuur 4.2 | Procesomschrijving aquathermie project tot start realisatie. Bron: STOWA, 2018, Handreiking Aquathermie.

Een veel voorkomende constructie bij bestaande wijken die collectief van het aardgas af gaan is de gemeente in een aansturende rol, waarbij zij een warmtekans in de markt gaan zetten. Zij kunnen dit doen door een aanbesteding in de markt te zetten of een concessie te gunnen aan een warmtebedrijf en/of netwerkbedrijf. In Figuur 4.3 is een grove tijdsindicatie weergegeven van het proces t/m exploitatie.



Figuur 4.3 | Indicatieve tijdlijn proces aardgasvrij maken van de wijk.

4.4

MEEKOPPELKANSEN

In voorliggend rapport is een uitgebreide analyse van technische en financiële haalbaarheid van de warmtevoorziening met TEO beschreven. Een onderwerp dat nog niet beschreven is, maar wel van invloed kan zijn op de haalbaarheid van een project zijn meekoppelkansen. Een meekoppelkans treedt op als werkzaamheden tegelijkertijd kunnen plaatsvinden. Dit wordt ook wel werk-met-werk maken genoemd. Hierbij kan gedacht worden aan het tegelijkertijd vervangen/renoveren van de riolering, gasnet of elektriciteitsnet en aanleggen van het warmtenet. Een andere mogelijkheid is het herinrichten van de openbare ruimte en het verbeteren van de fysieke leefomgeving. De kosten en opbrengsten die hiermee gemoeid zijn, zijn vooral maatschappelijk van aard en kunnen moeilijk inzichtelijk gemaakt worden. Een voorbeeld van klimaatadaptieve meekoppelkansen hebben betrekking op wateroverlast. Het wordt voorspeld dat door de verandering van het klimaat wateroverlast een steeds grotere rol in de Nederlandse samenleving gaat spelen. Een eenmalige hevige bui kan voor enorme maatschappelijke schade zorgen. Het voorkomen van deze maatschappelijke waarde heeft een bepaalde waarde, die meegenomen kan worden in een maatschappelijke kosten en baten analyse.

In Figuur 4.4 is een inschatting gemaakt van de wateroverlast op basis van een regenbui die eens in de 100 jaar voorkomt volgens de Klimateffectatlas. In Tabel 4.2 zijn een aantal voorbeelden

gegeven van maatregelen die genomen kunnen worden om wateroverlast te mitigeren. Hieronder worden ze nader toegelicht:

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

De totale kosten van gecombineerde beheersmaatregelen voor klimaatadaptatie en de aanleg van TEO zijn lager dan van een separate uitvoering. Hierbij kunnen maatregelen/aanleg gelijktijdig parallel plaatsvinden. Ook kan het serieel worden uitgevoerd, waarbij bij de werkzaamheden rekening wordt gehouden met de toekomstige aanleg van de meekoppeling.

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

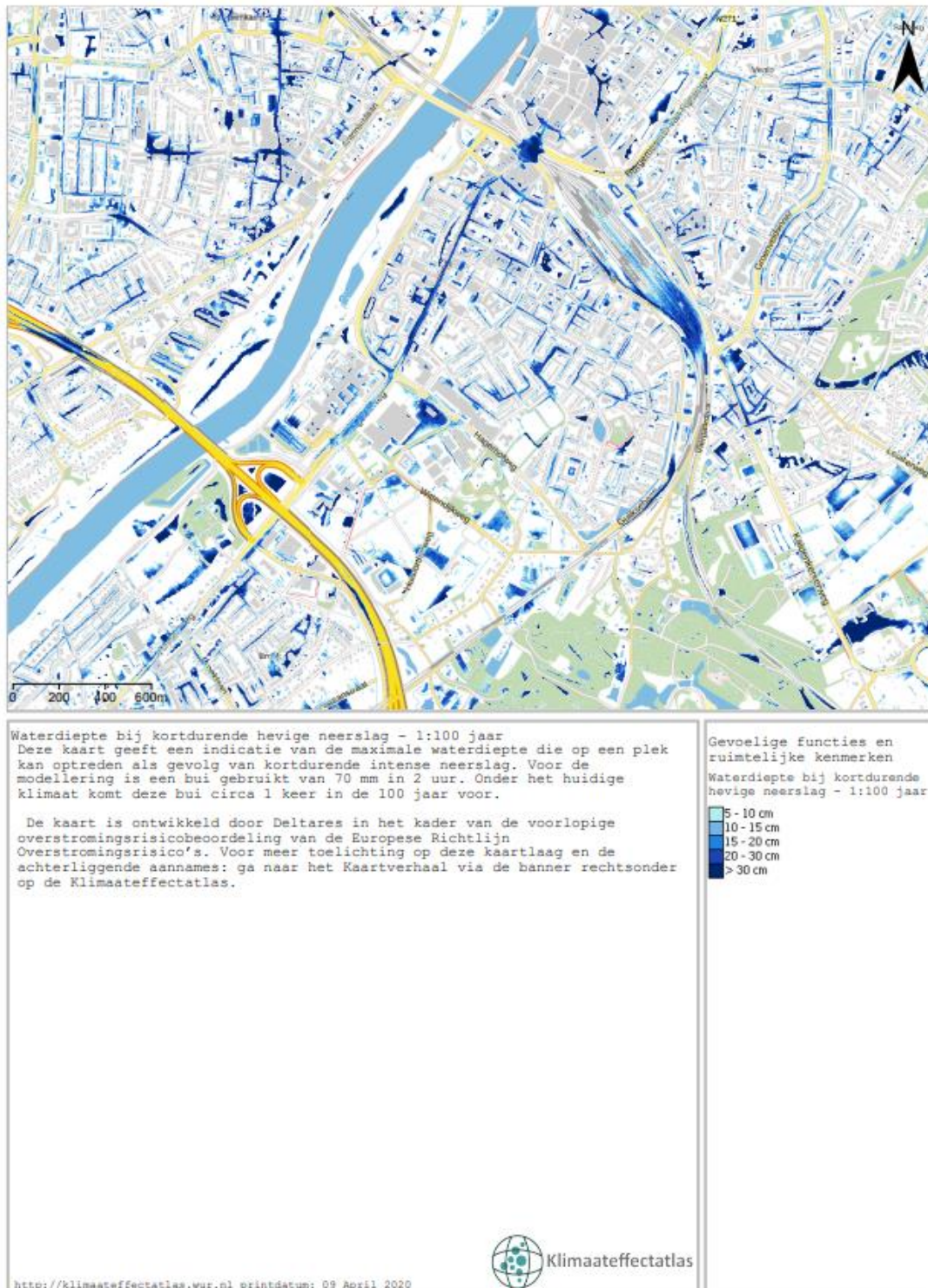
(Gecombineerde) kosten integrale aanpak TEO en klimaatadaptatie

Het delen van de kosten bij een integrale aanpak van TEO en klimaatadaptatie moet onder andere gezocht worden in de vermeden kosten voor het opbreken van de straat, graafwerkzaamheden, herbestrating van klinkers en herbestrating van asfalt bij de aanleg van een warmtenet. In het geval van het aanleggen van greppels, wadi's of open waterkanalen zijn er graafwerkzaamheden benodigd. In het geval bij het aanleggen van holle wegen of open goten zal de straat opengebrouwen en herbestraat moeten worden. In het geval waarbij tegels eruit gaan en groen erin, is er geen herbestrating nodig. Het opbreken en de herbestrating van asfalt is verreweg de meest kostenbesparende maatregel, omdat asfalteren relatief duur is in vergelijking met het herplaatsen van klinkers. In Hagerhof-oost is het aandeel asfalt in de wijk relatief hoog. Hier ligt dus een kans. In Tabel 4.1 zijn de mogelijk gecombineerde kosten bij een integrale aanpak TEO en klimaatadaptatie weergegeven voor verschillende werkzaamheden.

Tabel 4.1 | Mogelijke gecombineerde kosten bij aanleggen warmtenet bij integrale aanpak TEO en klimaatadaptatie.

parameter	kosten [€/m ²]
opbreken klinkers	5
opbreken en afvoeren asfalt	75
graafwerkzaamheden	40
herbestrating klinkers	20
herstel asfalt	140

Klimaat-effectatlas - Effect: Wateroverlast - Scenario: 2050WH



Figuur 4.4 | Wateroverlast. Bron: Klimaat-effectatlas.

Klimaatadaptatie koppelingen

maatregel		koppeling TEO	effecten	meervoudigheid
	infiltratie riool	- aanleg leiding tracé, TEO en WKO - aanleg warmtenet - koppeling met rioolvervanging	- Water op de straat - afkoppeling lokaal hemelwater gebouwen van afnemers	- straat één keer open - werk met werk maken - blended finance
	tegels eruit, open verharding erin.	- aanleg leiding tracé, TEO en WKO - aanleg warmtenet - koppeling met rioolvervanging	- Water op de straat - infiltratie neerslag - Hittestress - groen en verdamping - beleving ruimte	- straat één keer open - werk met werk maken
	ontharden en bodem verbeteren: tegels eruit, groen erin	- aanleg leiding tracé, TEO en WKO - aanleg warmtenet	- Water op de straat - infiltratie neerslag - Hittestress - groen en verdamping - beleving ruimte	- straat één keer open - werk met werk maken
	open water kanalen	- uitlaat TEO in vijver in vorm van kanaal of kunstwerk	- Water op de straat - afkoppeling hemelwater - Hittestress - groen en verdamping (riet) - Waterkwaliteit - groter en dieper water - doorstroming en afkoeling	- straat één keer open - blended finance

Tabel 4.2 | Klimaatadaptatie meekoppelkansen. Bron: <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/hulpmiddelen/groenblauwe-netwerk/> en <https://www.urbangreenbluegrids.com/design-tool>.

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

Tabel 4.3 | Klimaatadaptatie meekoppelkansen (vervolg)

Klimaatadaptatie koppelingen				
maatregel		koppeling TEO	effecten	meervoudigheid
 	aanvoer water van buiten het gebied	- onttrekking uit kanaal en lozing op de vijver.	- Waterkwaliteit - verversing oppervlaktewater - doorstromen - hittestress - afkoeling	- baten waterschap - vermeden kosten - blended finance

Tabel 4.4 | Klimaatadaptatie meekoppelkansen (vervolg).

5 Conclusie

Technische haalbaarheid

De wijk Hagerhof-oost in Venlo bestaat meer dan 1.000 woningen en een aantal utiliteitsgebouwen. Het merendeel van de jaren 60/70 wijk heeft energielabel C/D. De huidige warmtevraag van de totale wijk is ca. 16.000 MWh.

De bodem in de Hagerhof-oost is geschikt voor open bodemenergie (WKO). Er zijn ca. 6 - 8 doubletten nodig voor de warmtevoorziening. Aandachtspunten en risico's hebben vooral met bestaande WKO-systemen te maken. Interferentie moet voorkomen worden. Vooralsnog zijn dit geen belemmeringen, maar in een vervolgonderzoek moeten ze wel nader uitgezocht worden.

De warmte wordt gewonnen uit de Maas. De Maas biedt voldoende potentieel om Hagerhof-oost te verwarmen. Een risico is een TEO-systeem bij een waterkering, om deze reden zal het ontwerp en de realisatie met het waterschap moeten worden afgestemd.

Het energieconcept bestaat uit een collectief WKO, TEO-systeem en een 70/40 °C warmtenet. Een aantal woningen moeten een labelverbetering naar minimaal C krijgen voor 70 °C verwarming. Alle woningen moeten worden aangesloten op het warmtenet middels een afleverset. Daarmee kan zowel ruimteverwarming als warm tapwater worden geleverd.

Financiële haalbaarheid

Een collectieve WKO, TEO en warmtenet in Hagerhof-oost kan financieel haalbaar zijn. Afhankelijk van de BAK die de woningcorporatie en de particulieren eigenaren gaan betalen, is een subsidie of BAK tussen de 4,4 (BAK = 3.727 EUR/weq) en 8,6 (geen BAK) miljoen euro nodig, indien er geen SDE++ 2020 subsidie beschikbaar gesteld worden. Als de SDE++ 2020 beschikbaar is voor aquathermie, dan is er geen restsubsidie of BAK meer voor de warmtevoorziening. Daarbij is dan nog geen rekening gehouden met isolatie en woningaanpassingen in pandig. Afhankelijk van de toekomstige gas- en warmteprijs zijn de bewoners dan niet per se meer kwijt dan aangesloten blijven op gas. Indexering van de warmteprijs heeft echter een grote gevoeligheid, waardoor daar een grote onzekerheid en risico in huist. Als de warmteprijs de koppeling met gas verliest en de gasprijs indexeert met 5%, lijken de kosten voor de bewoner lager te worden dan aangesloten blijven op gas. Echter zijn deze prijzen over een projectlooptijd van 30 jaar moeilijk te voorspellen. Om dit risico te ondervangen en de drempel te verlagen naar een collectief warmtenet kan extra subsidie helpen.

6 Bijlagen

6.1 BIJLAGE 1: UITGANGSPUNTEN FINANCIËLE ANALYSE

Tabel 6.1 | Uitgangspunten financiële analyse base case.

parameter	eenheid	waarde
Algemeen		
rendement op eigen vermogen	%	12
rente op lening	%	2,5
aandeel eigen vermogen	%	30
aandeel vreemd vermogen	%	70
vennootschapsbelasting (schijf 1 tot 200 k€)	%	19,0
vennootschapsbelasting (schijf 2)	%	25,0
vermogenskostenvergoeding (WACC)	%	4,9
disconteringsvoet	%	4,9
volloopscenario	jaren	5
CAPEX		
indexering investeringskosten	%	2,0
project looptijd	jaar	30
afschrijving (exclusief warmtenet)	jaar	15
afschrijving warmtenet	jaar	30
startjaar investering	jaar	0
herinvestering TEO	jaar	15
herinvestering WKO	jaar	> 30
herinvestering warmtepomp en regelkasten	jaar	15
herinvestering gasketel	jaar	n.v.t.
herinvestering warmtewisselaars	jaar	15
herinvestering distributie-/warmtenet	jaar	> 30
herinvestering gebouw en onderstations	jaar	> 30
OPEX		
indexering operationele kosten	%	2,0
startjaar operatie	jaar	1
netbeheerder elektriciteit	-	Enexis
elektriciteitsprijs zakelijk	€/kWh	0,08
gasprijs zakelijk	€/m ³	n.v.t.
omzet		
indexering omzet	%	2,0
startjaar omzet	jaar	1
subsidies en eenmalige inkomsten		
energie-investeringsaftrek (EIA)	%	11% van CAPEX duurzame investeringen

IF Technology **Creating energy**



IF Technology **Creating energy**