SYNTRAAL

Haalbaarheid aquathermie Leusden; thermische energie uit oppervlaktewater

7 september 2023

Verantwoording

Titel	Haalbaarheid aquathermie Leusden; thermische energie uit oppervlaktewater
Opdrachtgever	Gemeente Leusden
Projectleider	Simon Bos
Auteur(s)	Anastasia Koezjakov, Martin Koorn, Astrid Wentzel
Tweede lezer	Geert van Rens
Projectnummer	1322395
Aantal pagina's	51
Datum	7 september 2023
Handtekening	'Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven'

Colofon

Syntraal
Kamperstraat 13021
Postbus 479
7400 AL Deventer
T +31 88 02 44 300
E info@syntraal.nl

Inhoud

Managementsamenvatting 5
1 Inleiding 11
1.1 Onderzoeksgebied 11
1.2 Onderzoeksaanpak 11
1.3 Opbouw rapportage 12
2 Warmtepotentie 13
2.1 Toelichting techniek 13
2.1.1 Warmtepotentieel Valleikanaal 13
3 Warmte-koude opslag 17
3.1 Toelichting techniek 17
3.2 Toepasbaarheid WKO 17
3.3 WKO-potentie in de buurten nabij het Valleikanaal 18
3.4 Voordelen WKO 19
3.5 Hogere temperatuuropslag in de bodem 19
4 Warmtevraag 21
4.1 Woninggegevens 21
4.2 Energielabels 22
4.3 Isolatiestandaard 23
4.4 Warmtevraag buurten 23
5 Energiematch en globaal ontwerp 25
5.1 Twee scenario's 25
5.1.1 Scenario 1: Bronnet 25
5.1.2 Scenario 2: Midden temperatuur warmtenet 25
5.2 Algemene regels voor rekenen met warmtenetten 26
5.2.1 Coëfficiënt of Performance (COP) 26
5.2.2 Gelijktijdigheid 26
5.3 Warmtepotentie Valleikanaal 26
5.4 WKO 28
5.5 Warmtevraag 29
5.6 Berekening warmtenet 30

6 Businesscase 33
6.1 Uitgangspunten algemene parameters businesscase 33
6.2 Uitgangspunten kosten en baten 33
6.3 Baten CO_2 reductie 34
6.4 Businesscase TEO – perspectief warmteleverancier 35
6.4.1 Investeringen en jaarlijkse uitgaven 35
6.4.2 Resultaten businesscase – bronnet 36
6.4.3 Resultaten MT-net 39
6.5 Perspectief bewoner – Total costs of ownership 40
6.5.1 Investering 40
6.5.2 Jaarlijkse uitgaven 43
6.5.3 Total costs of ownership 44
7 Rollen, eigenaarschap en beleid 46
7.1 Van wie is de warmte? 46
7.2 Overheidsparticipatie in warmtenetten 46
7.3 Warmtekavels 46
7.4 Rollen voor en door de gemeente 47
7.5 Routekaart voor realisatie warmtenet 47
8 Conclusie en aanbevelingen 50
8.1 Warmte uit het Valleikanaal 50
8.2 Routekaart voor realisatie warmtenet 51

Managementsamenvatting

In opdracht van de gemeente Leusden heeft Syntraal een eerste verkenning uitgevoerd naar de haalbaarheid van een collectief warmtenet, gevoed met aquathermie vanuit het Valleikanaal. Voor deze rapportage is de technische en financiële haalbaarheid onderzocht. Hieruit volgt dat exploitatie van een warmtenet met deze warmtebron onder bepaalde randvoorwaarden en aannames aantrekkelijk kan zijn. Een belangrijke punt van aandacht hierbij is de keuze voor een bronnet (warmte van 12°C tot 18°C) of voor een midden-temperatuur warmtenet (warmte tot 70 °C).

In de studie is ook het perspectief van bewoners meegenomen en is ook aandacht besteed aan de rol die de gemeente kan en mag vervullen in de realisatie en exploitatie van een eventueel warmtenet. De belangrijkste conclusies worden in deze managementsamenvatting weergegeven.

De techniek: Aquathermie uit het Valleikanaal

Het Valleikanaal biedt een theoretisch bronvermogen van 50 MW, wat voldoende is om 12.000 huishoudens (weq's) mee te verwarmen. Om dit theoretische vermogen te kunnen inzetten is een warmte-koude opslag nodig, om de vraag en het aanbod van warmte beter op elkaar aan te laten sluiten. De warmte kan en mag in de zomer gewonnen worden, terwijl deze in de winter nodig is. Daarom wordt de zomerse warmte in een WKO opgeslagen om 's winters te kunnen worden benut. De bodem onder Leusden lijkt hiervoor goed geschikt; onder de wijken Noordwijck, Langenbeek, Munnikhove en Bosveld zou 137.700 GJ/jaar aan warmte opgeslagen kunnen worden, wat ruim voldoende voor de 1.950 woningen in deze wijken.

Opzet van de businesscase

In de businesscase is uitgegaan van de kasstromen. De investeringen vinden een plaats over een periode van 3 jaar. Er is aangenomen dat hierover een lening wordt afgesloten met een looptijd van 15 jaar. De periode van 15 jaar is aangehouden omdat na deze periode een aantal technische voorzieningen aan vervanging of revisie toe zijn. In de businesscase is er vanuit gegaan dat de lening lineair wordt afgelost, met daarbij behorende rentelasten van 4%. Na die 15 jaar is rekening gehouden met een herinvestering, waar vervolgens ook een lening over wordt afgesloten.

Voor het warmtenet als zodanig is geen rekening gehouden met vervanging en herinvestering, omdat de technische levensduur van een warmtenet veel meer kan zijn dan 30 jaar. Technisch gezien kan een warmtenet wel 50 jaar functioneren. Het is niet logisch om nu al rekening te houden met het reserveren van geld voor een investering die na een hele lange periode gaat plaatsvinden. De techniek, maar ook de financiële aspecten zijn over 50 jaar nauwelijks voorspelbaar.

Naast de investering zijn er jaarlijkse kosten, waarbij onder andere aan het onderhoud van de installaties en het netwerk gedacht moet worden.

Tegenover de investering en de kosten staan de inkomsten. Bij een bronnet en een MT-net wordt een jaarlijkse bijdrage gevraagd van bewoners in de vorm van vastrecht. Bij een MT-net mag daarnaast een

vergoeding gevraagd worden per GJ geleverde warmte. Ook is rekening gehouden met een financiële waarde van de CO_2 reductie. Hierbij zijn de rekenregels van het Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK) gehanteerd, die de vrijwillige koolstofmarkt in Nederland vormgeeft. De handelswaarde van de certificaten is circa € 100,00 per ton CO_2 per jaar. In de businesscases is met deze waarde rekening gehouden.

Zowel de realisatie van een bronnet als van een midden-temperatuur warmtenet biedt perspectief voor de doorgerekende wijken. Voor een bronnet geldt dat ten minste 70% van de woningen aan moet sluiten op het warmtenet om de investering terug te verdienen. Voor een MT-net is dit 80%. Bij een MT-warmtenet kan mogelijk aanspraak worden gemaakt op de SDE++ subsidie. Met deze subsidie wordt de businesscase dan al haalbaar als 70% van de woningen aansluit. Daarnaast is er ook een verlaging van de kosten mogelijk door de Warmte Infrastructuur Subsidie (WIS). In de businesscase is rekening gehouden met deze subsidie.

In tabel 1 zijn de berekende investeringskosten en operationele kosten samengevat. Een belangrijke opmerking is dat de investeringen en operationele kosten bij een midden-temperatuur warmtenet relatief hoog zijn ten opzichte van een bronnet. Daarmee is ook het risico hoger dat kosten niet worden terugverdiend.

Tabel 1: *Investering en jaarlijkse kosten aquathermie voor de warmteleverancier per type warmtenet*

	Bronnet	MT-net
Aantal aansluitingen	1.944	1.944
Totale investering (excl. BTW)	€ 19.683.000	€ 32.000.000
Investering per aansluiting	€ 10.100	€ 16.500
Operationele kosten per jaar (excl. BTW)	€ 496.700	€ 1.961.700

Zowel de toepassing van een bronnet als een midden-temperatuur warmtenet is mogelijk voor deze wijken. Voor een bronnet geldt dat ten minste 70% van de woningen aan moet sluiten op het warmtenet om de investering terug te verdienen. Voor een MT-net is dit ongeveer 80%. Echter heeft dit scenario nar verwachting de extra mogelijkheid om SDE++ subsidie aan te kunnen vragen. Met deze subsidie is de businesscase haalbaar als 70% van de woningen aansluit. In dat geval is er geen significant financieel verschil tussen een MT-net of een bronnet.

Perspectief van de bewoners

Vanuit het perspectief van bewoners is aansluiting op een warmtenet op termijn financieel gunstig ten opzichte van de aardgasreferentie. Ook zijn de hybride warmtepomp en lucht/water warmtepomp meegenomen ter vergelijking. Voor de scenario's met aardgasverbruik is rekening gehouden met een extra stijging van de aardgasprijs van 2% per jaar ten opzichte van de elektriciteitsprijs, wat resulteert in de gemiddelde jaarlijkse energiekosten over 30 jaar. De genoemde 2% is gebaseerd op de verwachte stijging / inflatie van de energiebelastingen.

Tabel 2: Overzicht van totale kosten over 30 jaar voor verschillende warmtetechnieken voor bewoners

Omschrijving	CV-ketel	Bronnet	MT-net	Hybride wp	L/W wp
Installatie warmteconcept	€ 2.000	€ 11.800		€6.500	€13.000
Isolatiemaatregelen	€ 6.685	€ 6.685	€6.685	€ 6.685	€ 6.685
Woningaanpassingen		€ 8.300		€ 3.000	€ 7.000
Bijdrage aansluitkosten (BAK)		€ 4.411	€ 4.411		
Inkomsten uit ISDE subsidies	*(€ 2.005)*	*(€8.870)*	*(€5.330)*	*(€ 3.955)*	*(€ 5.905)*
Totaal investering excl. BTW	€ 6.680	€ 22.250	€ 5.766	€ 12.230	€ 21.000
Totaal investering incl. BTW	**€ 8.000**	**€ 27.000**	**€ 7.000**	**€ 14.800**	**€ 25.500**
Totaal jaarlijkse kosten (gemiddeld) incl. BTW	**€ 2.575**	**€1.350**	**€2.520**	**€ 1.600**	**€ 1.150**
Herinvesteringen tot 30 jaar (incl. BTW)	€ 2.000	€ 11.800		€ 11.375	€22.750
Total costs of ownership; 30 jaar	**€ 87.400**	**€ 79.000**	**€ 82.600**	**€ 74.300**	**€ 82.500**

De initiële kosten van een bronnet zijn significant hoger dan voor het middentemperatuur-net. De jaarlijkse kosten zijn daarentegen lager. De totale kosten van een warmtenet zijn vergelijkbaar met andere aardgasloze alternatieven zoals een L/W warmtepomp.

Voor- en nadelen van een bronnet ten opzichte van een MT-net

Aan een MT-net kleven de nodige bezwaren. Bij een dergelijk net wordt de temperatuur centraal opgewekt tot circa 70°C voor het naar de woningen getransporteerd wordt. In de woning behoeft alleen maar een zogenaamde afleverset gemonteerd te worden, wat een relatief eenvoudige ingreep is.

Omdat er warmte door het gehele warmtenet getransporteerd wordt, dient ook rekening gehouden te worden met warmteverlies. Studies laten zien dat het gemiddelde warmteverlies zo'n 25 – 28% bedraagt. Door het genoemde warmteverlies, moet dus meer warmte geproduceerd worden dan uiteindelijk noodzakelijk is. En daarmee is een grotere elektriciteitsbehoefte nodig om de warmtepomp te laten draaien. Gezien het feit dat de gemeente Leusden geen mogelijkheden heeft voor grootschalige energie-opwek middels zonneparken of windmolens, zal deze elektriciteit op een traditionele manier aangewend moeten worden; de benodigde elektriciteit voor de warmtepompen zal uit de zogenaamde basislast moeten komen. Grijze stroom heeft voorlopig nog een bepaalde CO_2-uitstoot. De berekende CO_2-reductie voor een MT-net bij dit project is 17%, terwijl een bronnet een CO_2 reductie behaald van 59%. Daarnaast heeft een MT-net als nadeel dat het niet in de (toekomstige) koelvraag kan voorzien.

Een bronnet kan als de tegenhanger worden gezien van een MT-net. Bij een dergelijk net wordt de warmte niet centraal opgewekt, maar lokaal in de woningen. Consequentie is dat elke woning een eigen warmtepomp nodig heeft, wat het nodige ruimtebeslag vergt. De behorende consequentie is ook dat de initiële investering door de individuele warmtepomp hoger is. Daar staat echter tegenover dat men zomers ook koeling kan produceren; een behoefte die steeds meer zal toenemen. Daarnaast ontstaat door een bronnet een aantal positieve prikkels:

- Een bewoner wordt gestimuleerd om verder te verduurzamen. Hoe geringer de warmtevraag en hoe lager het warmteniveau, hoe lager de kosten voor de bewoner worden, omdat de warmtepomp een minder hoge temperatuur hoeft te produceren. Daarmee verlaagt de bewoners het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp,
- Verdere isolatie zal leiden tot een verbetering van het label en daarmee tot een economisch aantrekkelijker woning,
- De bewoner kan voor een groot gedeelte in de eigen elektriciteitsbehoefte voorzien door eigen zonnepanelen te installeren.

Nog in beeld te brengen zaken

In het uitgevoerde onderzoek zijn veel zaken nader in beeld gebracht, zodat een eventueel vervolgtraject vormgegeven kan worden. Een aantal zaken verdient nog wel de nodige aandacht om onderzocht te worden. Het betreft onder andere de volgende zaken:

- In het onderzoek is uitgegaan dat de woningen straks zijn voorzien van een duurzame warmtebron en ook voldoen aan de isolatiestandaard. Dit zal voor veel woningen een verbetering van het energielabel inhouden. Dit aspect en het gegeven dat de woning van een duurzame warmtebron is voorzien zal mogelijk een positief effect op de waarde van de woning hebben,
- De kosten zijn vergeleken met de huidige kosten voor aardgas en andere aardgasvrije oplossingen. Daarom is het de moeite waard om deze optie(s) verder te onderzoeken. Andere factoren dan kosten en betaalbaarheid kunnen de doorslag geven. Hierbij kan onder meer gedacht worden aan de CO_2-reductie, het elektriciteitsverbruik, de belasting van het elektriciteitsnet en de eventuele kosten voor uitbreiding en verzwaring van het elektriciteitsnet. Indien gekozen zou worden voor een MT-net, zou het totale elektravermogen per jaar circa 9.785 MWh/jaar bedragen. Voor een bronnet zou dit circa 5.440 MWh/jaar bedragen. Overigens is hierbij wel uitgegaan van 100% volloop,
- In het uitgevoerde onderzoek is gekeken naar een MT-net en een bronnet, gevoed door aquathermie uit het Valleikanaal. Uiteraard zijn meer varianten denkbaar. Voor het warmtenet kan bijvoorbeeld ook gedacht worden aan een LT-warmtenet als de ruimteverwarming in de woningen daar toelaatbaar voor is of wordt gemaakt. En voor de warmtebron zou ook gedacht kunnen worden aan PVT-panelen, die warmte opwekken. Een groot deel van de warmte kan direct benut worden. De overtollige zomerse warmte kan opgeslagen worden in een WKO, om ’s winters te worden benut als de PVT-panelen een te laag rendement hebben,
- Ander wijken, die mogelijk ook geschikt zouden zijn voor verwarming middels warmte uit het Valleikanaal. De potentie van het Valleikanaal is veel groter dan die voor de doorgerekende wijken nodig is. In dit onderzoek is geconstateerd dat het Valleikanaal in potentie warmte heeft voor 12.000 woningen, wat overeenkomt met een flink deel van de bebouwde omgeving van Leusden. Overigens moet hierbij wel opgemerkt worden dat het opslagvermogen van de bodem (door middel van WKO’s) wellicht limiterend zal zijn. Daarnaast richten ook andere gemeente de ogen op de warmte uit het Valleikanaal, zodat onderlinge afstemming noodzakelijk zal zijn.

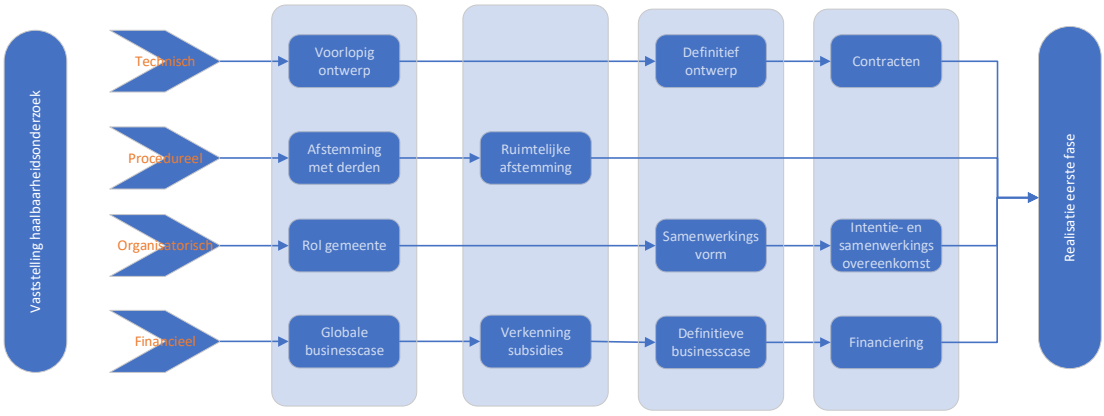
Aanbevelingen

Uit de resultaten blijkt dat een collectieve oplossing mogelijk is als aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. De volgende aanbevelingen volgen uit de rapportage:

- **Stel vast hoe groot de interesse is van de bewoners in de betreffende wijken om aan te sluiten op een warmtenet.** Uit de businesscase blijkt dat voldoende interesse vanuit bewoners essentieel is voor de haalbaarheid van het project,
- **Onderzoek in meer detail of een project in aanmerking komt voor SDE++ subsidie of de Warmte Infrastructuur Subsidie.** In de businesscase bleek de toepassing van deze subsidies een belangrijke voorwaarde voor een positieve businesscase. Voordat tot uitvoering wordt overgegaan is het daarom verstandig volledig grip te hebben op de randvoorwaarden om deze subsidies te ontvangen,
- **Overweeg als gemeente hoe bewoners financieel gesteund kunnen worden bij het nemen van isolatiemaatregelen.** Dit kan bijvoorbeeld collectief worden aangepakt om de kosten te drukken en de bewoner te ontzorgen. De investeringen kunnen hoog zijn voor bewoners, waardoor financiële prikkels zoals additionele subsidies / aantrekkelijke leningen ook mee kunnen helpen,
- **Overweeg om niet de volledige pieklast van de warmtevraag duurzaam op te lossen.** In het onderzoek is uitgegaan dat de volledige warmtevraag wordt gedekt door de centrale warmtepompen. Hier kan nog de keuze worden gemaakt om niet de volledige pieklast met de warmtepomp te dekken. De pieklast komt namelijk maar zelden voor, maar de warmtepompen zijn wel gedimensioneerd om in die pieklast te kunnen voorzien,
- Het kan aanzienlijk goedkoper zijn om de pieklast op te vangen met een andere bron dan die voor de basislast. Dit gaat om ongeveer 6% van de totale warmtevraag, waarbij aardgas (of groen gas) nog kan worden ingezet. Dit kan significant schelen in de investeringskosten, terwijl er relatief weinig extra CO_2 wordt uitgestoten. Dit scenario kan de businesscase op korte termijn verbeteren,
- **Stem af met stakeholders zoals het waterschap en de netbeheerder.** Warmtewinning uit het kanaal kan consequenties hebben voor het waterschap. In het rapport zijn uitgangspunten gehanteerd waarbij de kans hierop geminimaliseerd is. Toch is het belangrijk om hierover tijdig af te stemmen en afspraken te maken. Daarnaast heeft de elektrificatie van een wijk consequenties voor de capaciteit van het elektriciteitsnetwerk. Als de netbeheerder hier op tijd van op de hoogte is, kan hierop worden geanticipeerd.

Rol van de gemeente

Om tot realisatie van bijvoorbeeld een warmtenet te komen, dient een aantal stappen gezet te worden. Dit haalbaarheidsonderzoek kan als basis dienen voor de verdere besluitvorming en de te nemen stappen, zoals weergegeven in de onderstaande figuur.



Het huidige haalbaarheidsonderzoek biedt technisch en financieel voldoende basis om de nodige vervolgstappen te kunnen zetten. Afstemming met derden dient hierbij vorm gegeven te worden, waarbij naast afstemming met het waterschap en de netbeheerder, ook afstemming c.q. participatie met de burgers een belangrijk aspect is. Dit laatste zal onder meer inzicht geven in het draagvlak en daarmee in de aansluitbereidheid. Dat vertaalt zich in een meer realistisch volloopscenario.

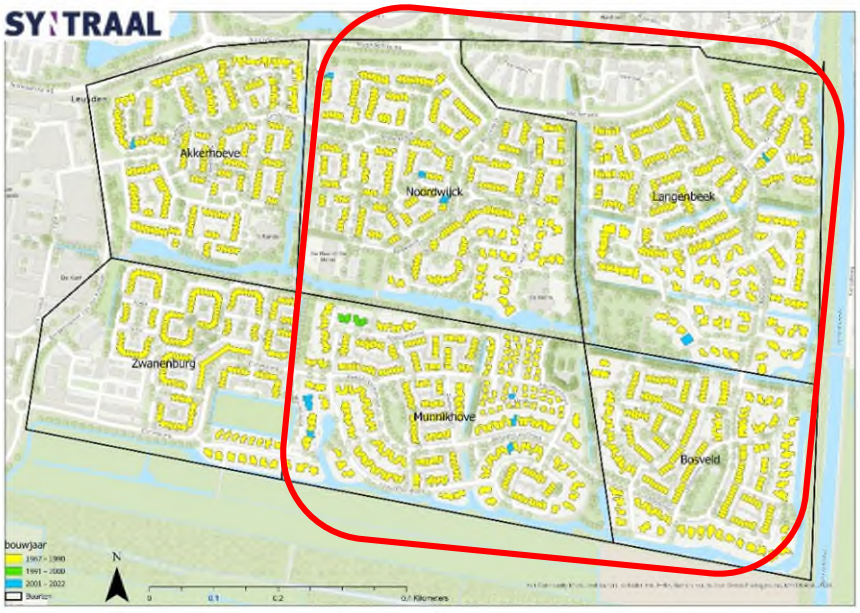
Het meest belangrijk is echter de rol die de gemeente kan en wil vervullen in het geheel. Deze zal grotendeels bepalend zijn voor de te nemen acties en activiteiten van het vervolgtraject.

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Leusden heeft Syntraal een onderzoek uitgevoerd naar de aquathermie-potentie van het Valleikanaal. Het doel van dit onderzoek is om te analyseren of het Valleikanaal genoeg potentie heeft om meerdere wijken in het zuidoosten van Leusden te voorzien van warmte.

1.1 Onderzoeksgebied

Het Valleikanaal stroomt langs de oost- en de noordkant van Leusden. In samenspraak met de gemeente is vastgesteld dat de wijken Noordwijck, Langenbeek, Munnikhove en Bosveld het meest voor de hand liggend lijken te zijn voor een warmtenet. Zoals in Figuur 1.1 te zien is liggen deze wijken bij het kanaal. Potentiële uitbreidingen zijn de wijken Akkerhoeve en Zwanenburg. In de wijk Langenbeek kunnen de zogenaamde golfdakwoningen aan de Toermalijn en de Lepelaar buiten beschouwing worden gelaten, omdat deze al zijn betrokken bij een project van de naastgelegen wijk. Daarnaast bevatten deze wijken een groot gedeelte corporatiebezit, waarbij de corporatiewoningen in de Akkerhoeve en Noordwijck worden verduurzaamd naar label A+.



Figuur 1.1: Ligging onderzoeksgebied

1.2 Onderzoeksaanpak

Aan de hand van het bovenstaande is besloten om in het haalbaarheidsonderzoek de onderstaande onderdelen nader te verkennen en te verdiepen:

1. Voor de warmtepotentie van het Valleikanaal hebben we ons gebaseerd op de omgevingswarmte-kaart van het waterschap. Voor deze kaart is op basis van de landelijke rekenregels, de specifieke waterloopkundige kenmerken van het Valleikanaal en de randvoorwaarden van het waterschap de warmtepotentie bepaald.

2. Van de genoemde wijken hebben we de warmtevraag vastgesteld. Hiervoor hebben we dezelfde methode gebruikt als het PBL dat doet in haar Startanalyse, zij het dat wij in onze rekentool ook de benchmark gegevens van het ECN en onze eigen ervaringsgetallen meenemen. Hierdoor ontstaat een nauwkeuriger ingeschatte warmtevraag. Ook hebben we rekening gehouden met de besparing als gevolg van isolatiemaatregelen die in de toekomst worden genomen om lage temperatuur verwarming mogelijk te maken.
3. Op basis van het warmteaanbod en de mogelijke warmtevraag hebben we een voorstel voor een match gemaakt.
4. Voor de vastgestelde match hebben we bepaald hoe de warmte door de wijk gedistribueerd kan worden en welke type warmtenetten daarbij mogelijk zijn. Hiervoor is gebruik gemaakt van de software van Comsof Heat, wat ook door de warmtenetbeheerders wordt gebruikt om hun warmtenetten te ontwerpen. Het uitgangspunt is dat de gebouwde omgeving geschikt gemaakt wordt voor lage temperatuurverwarming. Hiervoor hebben we twee scenario's uitgewerkt, te weten 1) een bronnet met 10 – 15 ^{o}C aanvoertemperatuur en 2) een MT-net met 70 ^{o}C aanvoertemperatuur. In het eerste scenario zal elke bewoner zelf een warmtepomp moeten installeren, in het tweede scenario kan worden volstaan met een afleverset. Beide scenario's hebben voor- en nadelen, die in dit onderzoek zijn beschreven en toegelicht. In de beide scenario's zal met name voor de bestaande bouw een WKO een toegevoegde waarde hebben. Deze zijn ook meegenomen in de berekeningen en het netwerkontwerp.
5. De bodem van Leusden op grotere diepte (circa 250 m) is mogelijk geschikt voor hogere temperatuuropslag. Wij hebben deze optie op hoofdlijnen verkend en aangegeven wat de voor- en nadelen zijn om op hogere temperaturen warmte voor de zoekgebieden op te kunnen slaan.
6. Van de beide warmtenetten hebben we een businesscase opgesteld, waarin naast investeringen en jaarlijkse kosten ook de besparingen door vermeden gasgebruik inzichtelijk zijn gemaakt. Ook het volloopscenario maakt onderdeel uit van de businesscase. In de businesscase berekeningen hebben we op basis van kentallen ook de investeringen meegenomen die in de woningen worden verwacht. De businesscase hebben we opgesteld vanuit het perspectief van de warmtelevering, waarin we de onrendabele top, de BAK, de aansluit- en vastrechtkosten, de leveringskosten en dergelijke inzichtelijk hebben gemaakt. We hebben de businesscase ook opgesteld vanuit het oogpunt van de bewoners.

1.3 Opbouw rapportage

In deze rapportage worden de resultaten uiteengezet van bovengenoemde varianten. Na de inleiding staat in hoofdstuk 2 beschreven wat de warmtepotentie is. In hoofdstuk 3 volgt de warmte- en koudeopslag. Hoofdstuk 4 gaat in op de warmtevraag vanuit de panden in het projectgebied. Vervolgens zal in hoofdstuk 5 vraag en aanbod samen worden gebracht en er wordt een globaal ontwerp geschetst van het warmteconcept. Vervolgens worden de bijbehorende kosten beschreven in de businesscase in hoofdstuk 6, waarna in hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de rollen, het eigenaarschap en het beleid ronde warmtenetten. Ten slotte staan we in hoofdstuk 8 stil bij de conclusies en aanbevelingen.

2 Warmtepotentie

Langs Leusden stroomt het Valleikanaal, dit biedt kansen om thermische energie uit te onttrekken. Om te weten te komen hoeveel woningen hiermee verwarmd kunnen worden zal de potentie hiervan in kaart worden gebracht. In dit hoofdstuk wordt de beschikbare warmte in kaart gebracht voor het geselecteerde gebied. Paragraaf 2.1 gaat in op thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) in het Valleikanaal. Hierin wordt de techniek toegelicht en wordt de potentie van het Valleikanaal beschreven. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de warmte-koude opslag (WKO), deze is nodig om schommelingen in warmteonttrekking en -vraag op te vangen.

2.1 Toelichting techniek

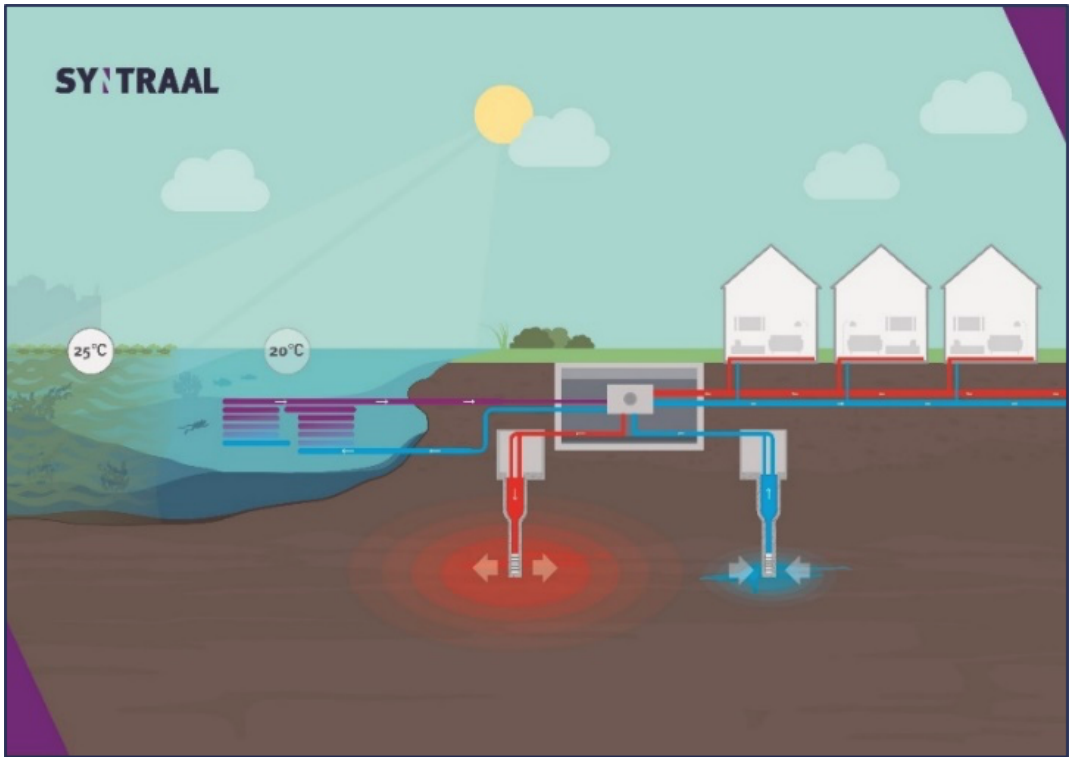
Warmte kan uit verschillende typen oppervlaktewateren gewonnen worden. Afhankelijk van het type water en factoren zoals diepte en stroomsnelheid heeft de waterpartij een bepaalde warmtepotentie. Dit werkt als volgt: Het water van een oppervlaktewaterlichaam stroomt langs een warmtewisselaar met een warmte voerend medium. Hierdoor neemt het medium warmte over terwijl het water lichtelijk afkoelt.

De gewonnen warmte in het medium kan direct gebruikt worden als bron voor het koelen of verwarmen van een gebouw, of tijdelijk worden opgeslagen in een warmte-koudeopslag (WKO). Door de warmtewinning te combineren met WKO kan slim gebruik gemaakt worden van gunstige temperaturen in zomer. De warmte uit het oppervlaktewater of WKO wordt via een warmtepomp naar een bruikbaar niveau gebracht. De werking en beschikbaarheid van een WKO wordt in hoofdstuk 3 nader toegelicht.

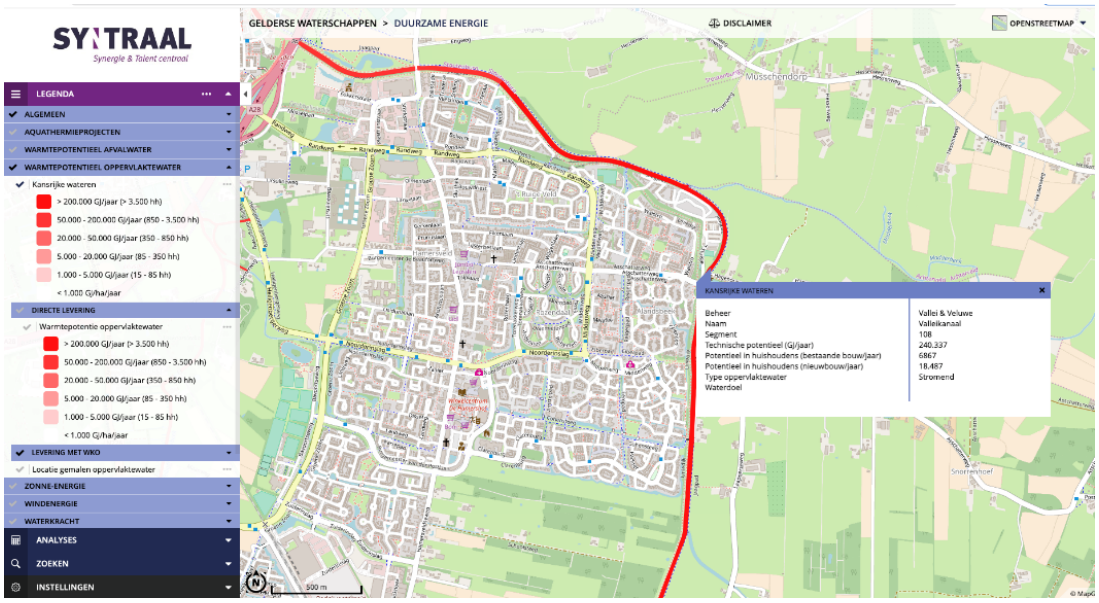
Het is belangrijk om vooraf na te gaan wat er vergunning technisch gezien onttrokken mag worden. Bij het winnen van warmte uit oppervlaktewater is de ecologische impact van belang, met name in ondiepe wateren, zoals vijvers. Deze ecologische impact kan in de zomermaanden overigens ook positief zijn. Door de warmtewinning koelt het water enkele graden af en wordt de waterbeweging verhoogd, wat onder andere leidt tot een verhoging van de opname van zuurstof. Vooral in het stedelijk gebied kan dit toegevoegde waarde bieden en de groei van bijvoorbeeld blauwalgen en vissterfte (door zeer lage zuurstofconcentraties) voorkomen. De schematische werking van het winnen van warmte uit oppervlaktewater is weergegeven in Figuur 2.1.

2.1.1 Warmtepotentieel Valleikanaal

In Figuur 2.2 wordt het indicatieve warmtepotentieel van het Valleikanaal weergeven ten noordoosten van de wijken in Leusden. Voor deze eerste bepaling worden gegevens uit het nationaal Watermodel gebruikt. Uit deze kaart blijkt dat het potentieel groot is: er kunnen ruim 6.800 bestaande woningen (weq's) mee verwarmd worden.



Figuur 2.1: Schematische weergave TEO systeem



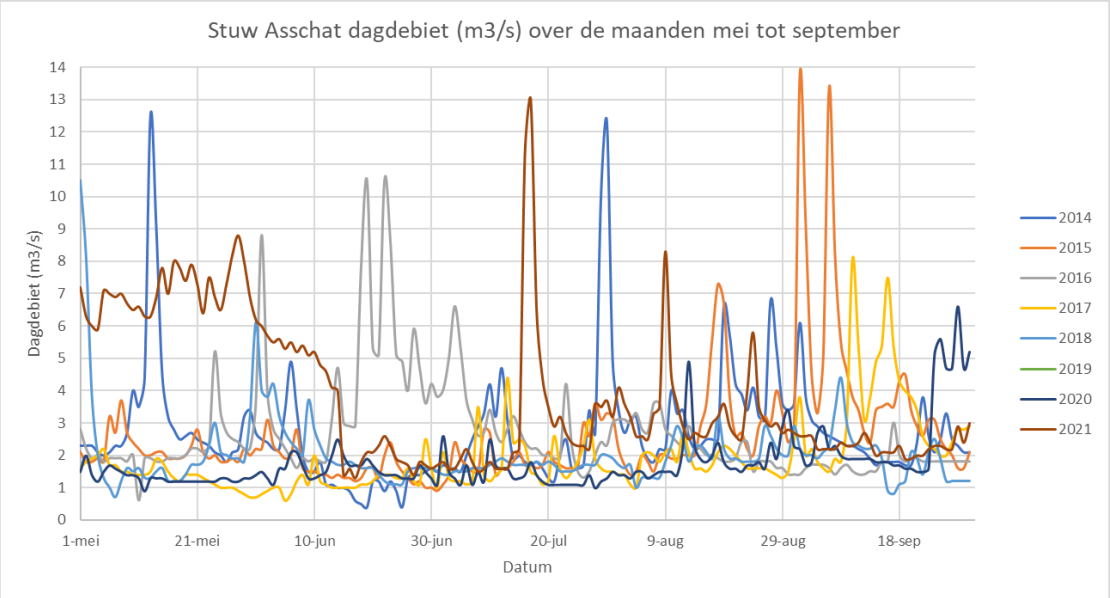
Figuur 2.2: Warmtepotentieel oppervlaktewater Valleikanaal Leusden, zoals vermeld in de omgevingswarmte-kaart.

Vervolgens is gekeken of deze gegevens verder verfijnd kunnen worden. Ten oosten van Leusden is een stuw aanwezig genaamd Asschat. Van het waterlichaam nabij deze stuw zijn debiet- en dieptegegevens bekend. De waterdiepte bovenstrooms is meer dan 2 meter en benedenstrooms is dit 1,6 meter. Het systeem dat hier geplaatst zal moeten worden, zal het water bij een innamepunt aftappen en dan over een warmtewisselaar pompen. Het water stroomt na warmteonttrekking weer terug het Valleikanaal in.

Figuur 2.3: Ligging Asschat stuw Leusden (Rode zeshoek).

Debietgegevens van de Asschat stuw zijn beschikbaar voor de jaren 2014 tot en met 2021. In Figuur 2.3 is de ligging van de stuw weergegeven. Om de kans op negatieve ecologische gevolgen te verkleinen, zal de warmteonttrekking alleen in de warmere maanden plaats mogen vinden (mei t/m september). Of er ook warmte gewonnen kan worden in de winter en /of voor- en najaar dient besproken te worden met het waterschap.

Figuur 2.4 toont het debiet bij de stuw Asschat over de periode 2014 tot en met 2021. Het debiet in de zomermaanden varieert tussen 0,5 en 14 m^3/s, waarbij deze laatste een uitschieter is, waarschijnlijk vooral bij regenachtig weer. In de laatste 4 jaar (2018 t/m 2021) was het gemiddelde debiet 2,4 m^3/s. Dit debiet wordt als uitgangspunt gebruikt voor de berekeningen van het warmtepotentieel. Uit de debietgegevens blijkt ook dat er elke dag stroming is, en dat er ook debiet door het Valleikanaal stroomt in droge perioden.



Figuur 2.4: Debiet stuw Asschat Valleikanaal 2014 t/m 2021

Uitgaande van een gemiddeld debiet van 2,4 m^3/s en een gemiddelde temperatuuronttrekking (delta T) van 5°C kan er meer dan 50 MW aan bronvermogen onttrokken worden. Dit is voldoende voor circa 12.000 huishoudens (weq's). Let wel, dit potentieel kun je theoretisch benutten, maar in de praktijk is het potentieel afhankelijk van de warmte die opgeslagen kan worden in de bodem. Je kunt de warmte in de zomer immers niet direct gebruiken.

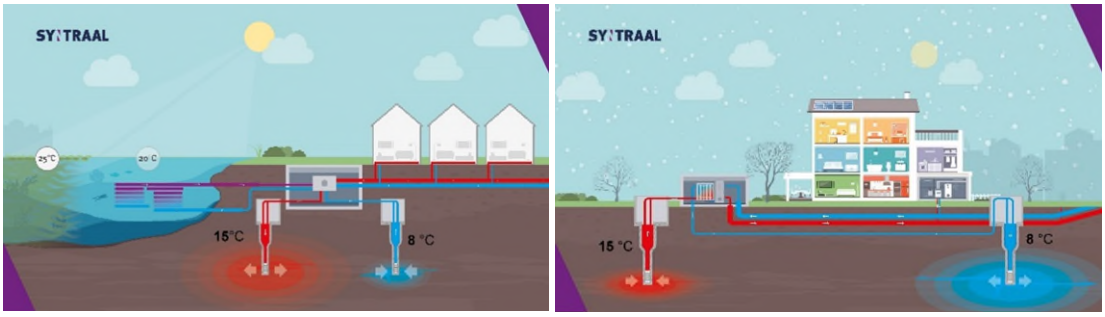
Kortom, zowel de aquathermieviewer als de berekening op basis van debietgegevens geven aan dat het warmtepotentieel hoog is.

3 Warmte-koude opslag

In dit hoofdstuk wordt warmte-koude opslag (ook wel WKO) nader toegelicht. Eerst wordt ingegaan op de werking, om vervolgens te analyseren of de techniek toegepast kan worden bij de beschreven wijken.

3.1 Toelichting techniek

Warmte-koudeopslag in de bodem is een techniek die in Nederland veelvuldig wordt toegepast. Het systeem kan als buffer dienen voor koudere periodes in het jaar, wanneer de warmtevraag hoger is, dan het aanbod, wanneer er geen warmte gewonnen kan of mag worden uit oppervlaktewater. Bij WKO wordt warmte en koude opgeslagen in een watervoerende zandlaag (zogenaamde aquifer) in de bodem. De diepte van een WKO hangt sterk af van de bodemsamenstelling en kan variëren tussen de 10 en 200 meter. In deze aquifer wordt meestal een ‘doublet’ bestaande uit één koude en één warme bron aangelegd. Wanneer er vraag naar koude is, wordt uit de koude bron (8 – 12 °C) grondwater opgepompt. De koude uit dit grondwater wordt met een warmtewisselaar afgestaan aan het gebouw of een warmtepomp in koelbedrijf. Door het onttrekken van koude, warmt het opgepompte grondwater op, waarna het wordt geïnfiltreerd in de warme bron. Is er vraag naar warmte, dan wordt grondwater opgepompt uit de warme bron (12 – 18 °C). Nu wordt warmte aan het grondwater onttrokken en met een warmtewisselaar aan de warmtepomp afgegeven, welke deze warmte opwaardeert tot een temperatuur die bruikbaar is in het gebouw. Het afgekoelde water wordt vervolgens geïnfiltreerd in de koude bron. In Figuur 3.1 is de werking van een WKO schematisch weergegeven.



Figuur 3.1 Principe seizoenbuffering warmte via WKO: warmte wordt in de zomer gewonnen en opgeslagen in het grondwater in een watervoerend pakket (links). In de winter wordt het relatief warme water onttrokken waarbij de warmte aan de woningen wordt afgegeven (rechts).

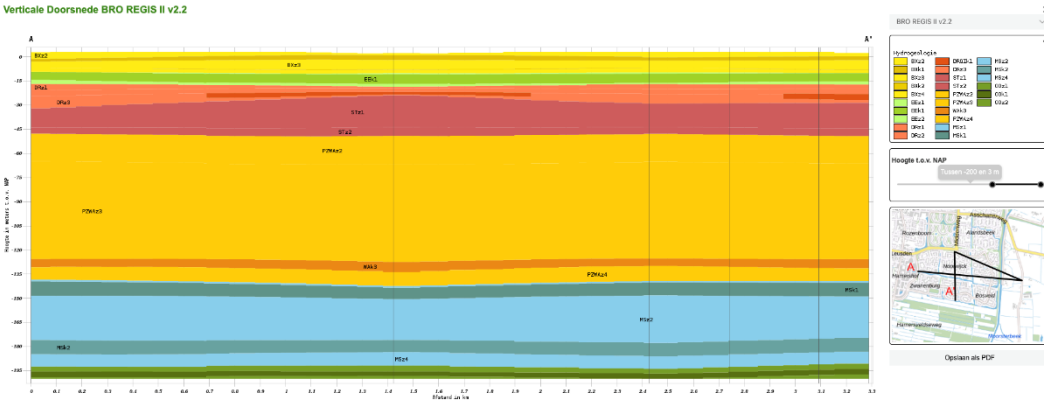
3.2 Toepasbaarheid WKO

Of WKO toegepast kan worden is afhankelijk van de bodemopbouw. Er moet een zandlaag (water doorlatend) aanwezig zijn die omringd wordt door klei (niet-water doorlatend). In een dergelijke bodem blijft het water op de plek waar het wordt ingebracht, zodat het hier later weer gewonnen kan worden. Informatie over de bodemopbouw kan geraadpleegd worden, via de BRO REGIS II v2.2 uit het DINO-loket van TNO.

Naast de bodemsoort is het van belang om na te gaan of er restricties in het gebied zijn. Denk hierbij aan verbodsgebied ter bescherming van het drinkwater, of aandachtgebieden voor natuur of archeologie.

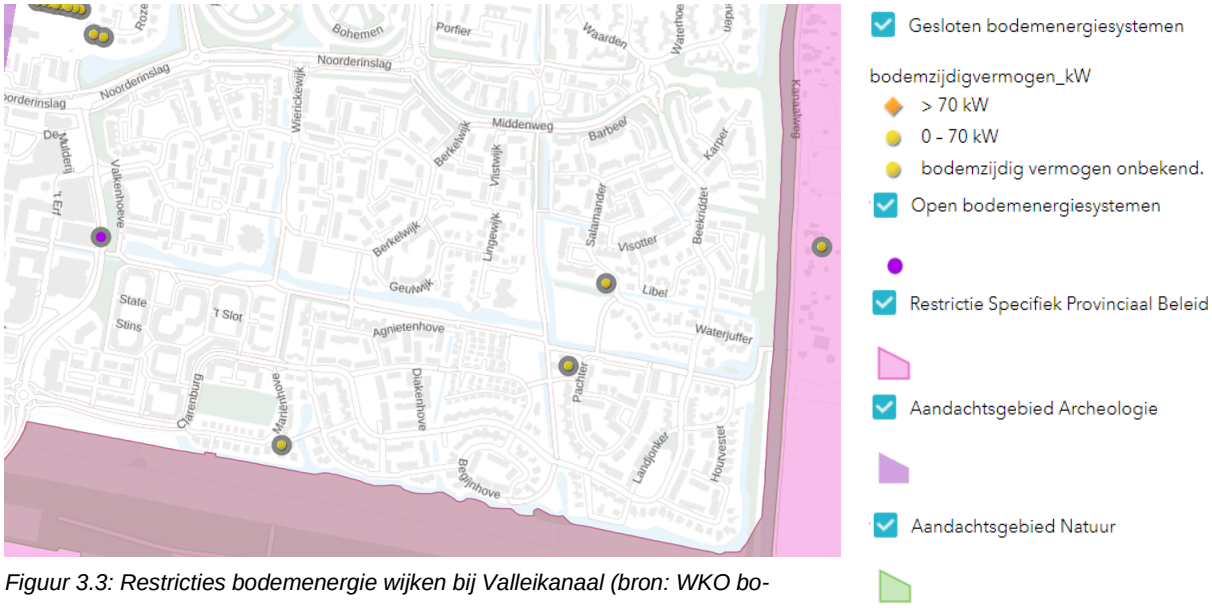
3.3 WKO-potentie in de buurten nabij het Valleikanaal

De meest geschikte aardlaag voor WKO is de derde zandige eenheid van Peize en Waalre (tussen 65 en 125 meter diep), zie figuur 3.2. Dit pakket heeft een doorlaatbaarheid van 50 tot 100 meter per dag, wat een goede doorlaatbaarheid is voor WKO. Het totale bodempotentieel op basis van het beschikbare oppervlak van de buurten is 137.700 GJ/jaar bronzijdig.



Figuur 3.2: Uitsnede bodemopbouw tot 200 meter diep voor warmte-koudeopslag (Bron: DINO-loket)

Daarnaast is de WKO-tool geraadpleegd om vast te stellen met welke omgevingseffecten rekening gehouden dient te worden. Hieruit zijn geen bezwaren naar voren gekomen om een WKO te kunnen plaatsen in het projectgebied. Wel zijn er vier installaties (zie paarse (WKO) en gele (bodemlussen) stippen in figuur 3.3) in de wijken die niet negatief beïnvloedt mogen worden. Hier dient rekening mee gehouden te worden in de locatiekeuze voor een eventuele WKO. Zo kan het raadzaam zijn om de koudebronnen in lijn met de reeds bestaande koude bron van de WKO te leggen en de warme bron in lijn met de reeds bestaande warme bron te leggen.



Figuur 3.3: Restricties bodemenergie wijken bij Valleikanaal (bron: WKO bodemenergietool)

Indien wordt besloten om WKO toe te passen in dit gebied, dan zal er een WKO-onderzoek uitgevoerd moeten worden om het daadwerkelijk ontwerp goed vast te kunnen stellen. In een dergelijk onderzoek wordt onder andere informatie verkregen over de grondwaterstroming- en snelheid, de chemische eigenschappen van het grondwater en de hydrologische en thermische effecten op de omliggende bodemsystemen.

3.4 Voordelen WKO

Bij de warmtewinning uit het Valleikanaal zal een WKO systeem geplaatst worden. Voor TEO is dit van belang omdat er dan geen grote hoeveelheden warmte in de winter uit het koude Valleikanaal onttrokken hoeven te worden. Dit heeft meerdere voordelen, namelijk:

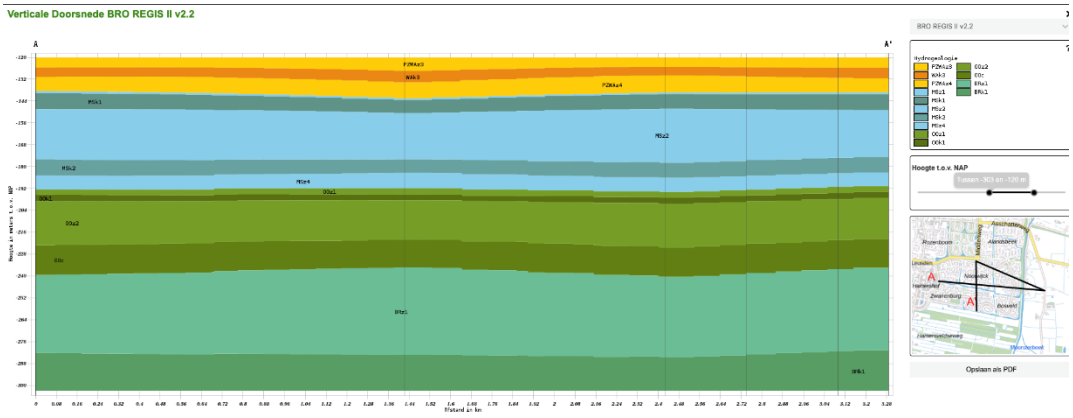
1) Onttrekken in de winter en voor- en najaar kan negatieve gevolgen hebben voor de aquatische ecologie. Bovendien is het juist gunstig voor de ecologie om warmte te onttrekken in de zomer indien het water erg warm wordt (en blauwalg voor kan komen).
2) Daarnaast zal de warmtewinning een laag rendement hebben; de temperatuur kan typisch gezien dalen tot circa 4 ˚C en ondiepe wateren kunnen zelfs bevriezen.
3) Naast warmte kan met een WKO ook passief koude geleverd worden in de zomer. Waar de grenzen precies liggen, wanneer het wel/niet verantwoord is om warmte te winnen zal in een apart onderzoek bekeken moeten worden, samen met het waterschap.

3.5 Hogere temperatuuropslag in de bodem

Naar aanleiding van de discussies rond hogere temperatuur opslagen (HTO) is de vraag gesteld om mee te nemen wat de invloed is van hogere temperatuuropslag op de energetische efficiëntie van het systeem en wat de financiële consequenties zijn op de businesscase. Hierbij zijn twee opties het meest voor de hand liggend:

- Opslag op lagere temperatuur: warmteopslag in WKO op 25°C
- Opslag op midden temperatuur: warmteopslag tussen de 30°C en 60°C

Op basis van een eerste scan van bodemlagen op DINOloket, kan geconcludeerd worden dat hogere temperatuur opslag alleen mogelijk is in dezelfde bodemlaag als WKO. De eerstvolgende watervoerende aardlaag bevindt zich tussen 240 en 280 meter diep en de doorlatendheid van deze laag is onvoldoende voor de opslag van warmte (2,5 tot 5 meter per dag). Vanaf 280 meter diep is er alleen klei aanwezig (informatie over de bodemstructuur is tot 600 meter diep beschikbaar). Zie figuur 3.4 voor een uitsnede van de bodemopbouw.



Figuur 3.4; Uitsnede bodemopbouw tussen 120 en 300 meter diep voor midden temperatuur opslag

Het toepassen van lagere temperatuur opslag is binnen de grenzen van de WKO vergunning zonder problemen mogelijk. Voor het toepassen van midden temperatuur opslag zijn op het moment nog geen standaard vergunningen of regels. De provincie Utrecht dient hiervoor toestemming te verlenen en zal hier (nu nog onbekende) vergunningseisen aan stellen. Ons advies is om dit vergunningstraject pas te starten als een warmtenet zonder MTO financieel niet haalbaar is. Onze verwachting is dat dit traject een grote kostenpost zal zijn. Financiële meerwaarde zal waarschijnlijk pas ontstaan op het moment dat de temperatuur van de opslag richting 60°C zou kunnen, omdat de collectieve warmtepompen dan grotendeels achterwege gelaten kunnen worden.

4 Warmtevraag

In dit hoofdstuk wordt de benodigde warmte voor het projectgebied toegelicht. Hiervoor is gekeken naar het type woningen (paragraaf 4.1) en de energielabels (paragraaf 4.2). Waar mogelijk wordt geadviseerd om de woningen te isoleren, om de warmtevraag te verminderen, zie paragraaf 4.3. In paragraaf 4.4 wordt de warmtevraag van de wijk geconcludeerd.

Samen met de gemeente is bepaald welke wijken in Leusden in aanmerking komen voor het warmteaanbod zoals in hoofdstuk 2 is toegelicht. De keuze is pragmatisch gemaakt op basis van de afstand van bron tot wijk. De meest voor de hand liggende wijken voor een warmtenet gevoed met warmte uit het Valleikanaal zijn:

- Noordwijck,
- Langenbeek (exclusief de Golfdakwoningen aan de Toermalijn en de Lepelaar),
- Munnikhove en
- Bosveld.

Als er voldoende warmte blijkt te zijn dan kan er optioneel uitgebreid worden naar de Akkerhoeve en Zwanenburg.

4.1 Woninggegevens

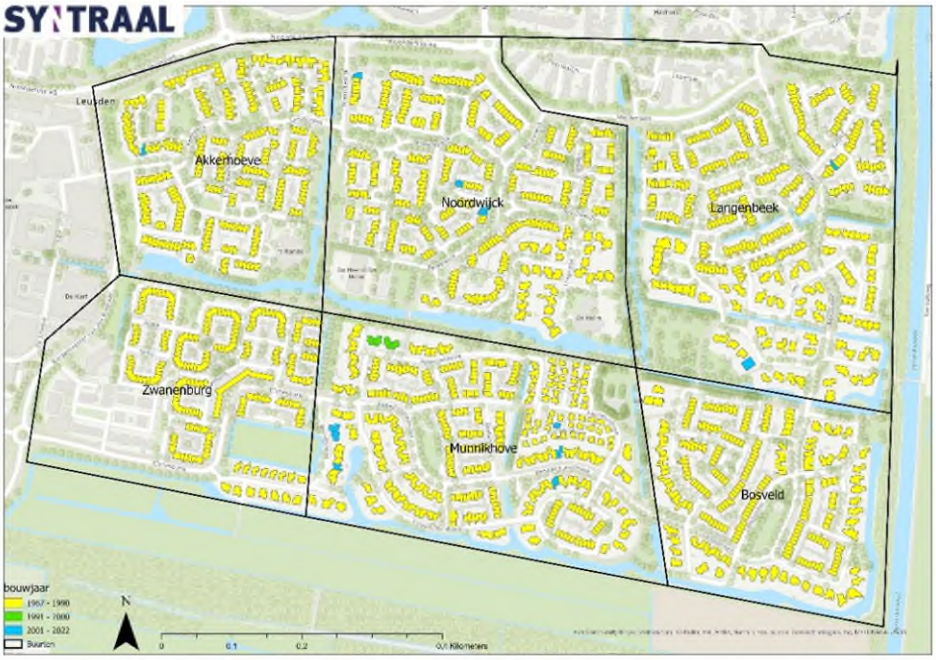
In Tabel 4.1 hieronder worden de gegevens van de buurten weergeven en in Figuur 4.1 wordt de ligging van de buurten weergeven en de bouwjaren. In totaal gaat het om 1.940 woningen, waarvan het overgrote deel grondgebonden is. Er zijn enkele utiliteitsgebouwen; deze worden niet meegenomen in de berekeningen.

Woningen die al aardgasvrij zijn volgens het bouwbesluit (1 juli 2018) worden niet meegenomen in deze berekening. Voornaamste reden is dat de bewoner naar alle waarschijnlijkheid niet zal kiezen om aan te sluiten op het warmtenet omdat de woning al aardgasvrij is.

Tabel 4.1: Gegevens over de verschillende buurten

Naam buurt	Aantal woningen	Meest voorkomend bouwjaar	Gemiddeld energielabel
Noordwijck	378	1978	C
Langenbeek	353	1980	C/B
Munnikhove	356	1983	C/B
Bosveld	242	1983	C/B
Akkerhoeve	296	1980	C
Zwanenburg	319	1981	B

In de buurten Noordwijck en Akkerhoeve is woningcorporatiebezit aanwezig. Corporatiewoningen kunnen vaak goed als startmotor dienen voor de uitrol van warmtenetten.



Figuur 4.1: Bouwjaren buurten voor warmte uit Valleikanaal. Alle woningen met bouwjaar t/m 2018 zijn meegenomen

4.2 Energielabels

In Figuur 4.2 zijn de energielabels (gebaseerd op definitieve energielabels) voor zover bekend weergeven. De energielabels variëren van label A (+) tot G waarbij de zeer lage energielabels (E t/m G) weinig voorkomen. Het energielabel van de meeste woningen is C. Op basis van de bouwjaren en de bekende energielabels kan geconcludeerd worden dat de gebouwen slecht tot goed geïsoleerd zullen zijn.

Figuur 4.2: Energielabels buurten voor warmte uit Valleikanaal (Bron: DEGO-viewer VNG, 2023)

4.3 Isolatiestandaard

De Rijksoverheid heeft standaarden en streefwaarden voor woningisolatie uitgewerkt. Deze standaard is een toekomstvaste standaard voor een aardgasvrije woning. U kunt hier meer over lezen op de website van RVO[1]. De woningen dienen in ieder geval goed geïsoleerd te zijn (vloer-, muur-, glas- en dakisolatie) om te voldoen aan de isolatiestandaard. Het minimale label van de woning zal dan B zijn. Bij een gemiddelde labelsprong van C naar B/A kan er een besparing op ruimteverwarming worden gerealiseerd van 15%.

Uiteraard dient de daadwerkelijke huidige staat in het vervolg goed onderzocht te worden voor alle woningen en gebouwen. Hierbij dient geïnventariseerd te worden wat er nog moet gebeuren om te komen tot label B of A. Let wel, de isolatiestandaard is niet verplicht, maar is vaak wel terug te verdienen binnen de levensduur (een zogenaamde no-regret maatregel). In deze studie is aangenomen dat de woningen aan deze standaard voldoen.

4.4 Warmtevraag buurten

In Tabel 4.2 wordt de warmtevraag voor een gemiddelde woning weergeven na bovengenoemde reductie van 15%. Aan de hand van CBS gasverbruiken uit 2018 is de correlatie bepaald tussen bepaalde parameters (bijvoorbeeld de oppervlakte, woningtypering, bouwjaar van een woning) en gasverbruik. Vervolgens is deze correlatie gebruikt om het gasverbruik te voorspellen voor andere woningen. De methode komt overeen met het Vesta MAIS model van PBL (2019). De gemiddelde warmtevraag per woning over alle buurten, na energiebesparing is circa 38 GJ/jaar wat gelijk staat aan ongeveer 1.200 m³ gasverbruik aan warmte per jaar. De totale warmtevraag van de zes buurten samen is 73.700 GJ/jaar (2,3 miljoen m³ aardgas).

Tabel 4.2: Warmtevraag gemiddelde woning per buurt, inclusief reductie ruimteverwarming van 15%.

	Noordwijck	Langenbeek	Munnikhove	Bosveld	Akkerhoeve	Zwanenburg
Gemiddeld BVO* in m2	120	132	123	131	109	72
Vraag ruimteverwarming (GJ/jaar)	31	35	32	34	28	21
Vraag tapwater (GJ/jaar)	13	15	14	15	12	7
Vraag totaal warmte (GJ/jaar)	44	50	46	49	40	28
Vraag warmte hele buurt (GJ/jaar)	**15.050**	**15.550**	**14.380**	**10.600**	**10.520**	**7.740**

* Bruto vloeroppervlakte

Naast de berekening van de warmtevraag is op een vergelijkbare manier het benodigde ruimteverwarmingsvermogen berekend. Voor de woningen in deze wijken is deze waarde gemiddeld 45 W/m². Voor het tapwatervermogen van woningen is uitgegaan van tapwatercomfortklasse (CW) 4. Dit is gelijk aan 27 kW voor elke woning bij directe levering. Het totaal benodigd vermogen (tapwater en ruimteverwarming) in het warmtenet zal slechts 3 – 4 kW per woning bedragen, door de gelijktijdigheid. Hierover

[1] Standaard en streefwaarden voor woningisolatie (rvo.nl)

wordt meer toegelicht in het volgende hoofdstuk. In Tabel 4.3 is de (geleverde) vermogensvraag voor een gemiddelde woning weergeven.

Tabel 4.3: Vermogensvraag woningen inclusief reductie ruimteverwarming 15%.

	Noordwijck	Langenbeek	Munnikhove	Bosveld	Akkerhoeve	Zwanenburg
Gemiddeld BVO* in m²	120	132	123	131	109	72
Ruimteverwarming (kW)	5,5	6,0	6,0	6,5	5,0	3,5
Tapwater (kW)	27	27	27	27	27	27

Over het warmtenet is nog rekening gehouden met gelijktijdigheid en warmteverlies. Dit wordt verder toegelicht in het volgende hoofdstuk.

5 Energiematch en globaal ontwerp

Nadat in hoofdstuk 2 en 4 de warmtepotentie en -vraag zijn beschreven, wordt in hoofdstuk 5 toegelicht hoe deze op elkaar afgestemd kunnen worden. Paragraaf 5.1 gaat in op twee mogelijke scenario's. Vervolgens worden in paragraaf 5.2 de algemene rekenregels nader toegelicht. Paragraaf 5.3 komt terug op de warmtepotentie van het Valleikanaal. De uitvoering van een WKO wordt toegelicht in paragraaf 5.4. Vervolgens wordt in paragraaf 5.5 de warmtevraag samengevat om in paragraaf 5.6 tot een berekening van het warmtenet te komen.

5.1 Twee scenario's

Voor de situatie in Leusden is gekozen om twee scenario's uit te werken:

- Bronnet (met 12 – 18 ˚C aanvoertemperatuur), waarna deze opgewerkt kan worden naar bruikbaar niveau (45 – 55 ˚C voor ruimteverwarming en 60 - 65 ˚C voor tapwater) bij/in de woning door middel van een individuele warmtepomp,
- Midden temperatuur (MT) net (70 ˚C aanvoertemperatuur) welke direct bruikbaar is voor zowel ruimteverwarming als tapwater in de woningen.
- In alle scenario's is een WKO aanwezig ten behoeve van de piekvraag in de winter.

5.1.1 Scenario 1: Bronnet

Voor de buurten van Leusden is een bronnet overwogen om de volgende redenen:

- Het jaarrond rendement van de warmtepomp is gunstiger omdat de geleverde temperatuur per gebouw ingeregeld kan worden. Dat komt doordat het benodigde vermogen voor de verwarming van een gebouw afhangt van de buitentemperatuur. De temperatuur die de radiator nodig heeft hangt daarmee samen. Als voorbeeld (en uitgaande van dezelfde radiatoren als de verwarming op 70/40°C van een MT-net): Bij -10°C is een aanvoertemperatuur nodig van 65 graden (45 retour), maar deze mag bij 0 graden buitentemperatuur al 55 graden zijn en bij 10°C iets boven de 45 graden.
- Een bronnet kan (in de toekomst) ook koeling leveren indien het afgiftesysteem en leidingen hiervoor geschikt zijn.
- Bij een bronnet hoeft er in het openbaar gebied geen ruimte gezocht te worden voor een (bovengrondse) collectieve warmtepomp.

5.1.2 Scenario 2: Midden temperatuur warmtenet

Het tweede scenario, een midden temperatuur net op 70˚C, is om de volgende redenen meegenomen in het onderzoek:

- Een jaren '80 woning kan verwarmd worden op 70˚C zonder woningaanpassingen. Daarmee kan de bewoner op eigen tempo isoleren.
- In de woning hoeft er slechts een afleverset geplaatst te worden, en geen warmtepomp (waar meer ruimte voor nodig is).

5.2 Algemene regels voor rekenen met warmtenetten

Voor de berekening van de benodigde dikte van een leiding moet er rekening gehouden worden met de COP van de warmtepomp en met het gelijktijdigheidsprincipe. In onderstaande paragrafen wordt dit toegelicht.

5.2.1 Coëfficiënt of Performance (COP)

De warmtevraag aan de bronzijde is bij een bronnet lager dan bij een MT-net. Dit komt doordat de vraag voor ruimteverwarming en tapwater bij een bronnet opgewaardeerd wordt in de woning. De mate daarin wordt weergegeven in de Coëfficiënt of Performance (COP). Deze waarde geeft de verhouding weer tussen de hoeveelheid warmte die de warmtepomp afgeeft en het energiegebruik van de warmtepomp.

De COP van de warmtepomp is direct afhankelijk van de temperatuur van bron en de temperatuur na temperatuurverhoging (afzettemperatuur). Hoe groter het verschil tussen de bron- en afzettemperatuur, hoe lager de COP. Om te corrigeren voor seizoensverschillen wordt vaak de SCOP gebruikt, waarbij de S staat voor seasonal. Bij een brontemperatuur van 12°C (uit de WKO) en een gemiddelde afgiftetemperatuur van 50°C voor ruimteverwarming en 65°C voor tapwater is een gemiddelde COP van 4,8 een realistische waarde van een water-waterpomp (aquathermie). Voor het midden temperatuur net is een gemiddelde COP van 3,0 uitgangspunt, gezien het grotere verschil in temperatuur.

5.2.2 Gelijktijdigheid

Over de warmtenetten dient ook gelijktijdigheid aangenomen te worden. Hiermee wordt bedoeld dat niet alle woningen op hetzelfde moment warmte zullen vragen. Hoe hoger het aantal woningen wat aangesloten wordt, hoe lager de gelijktijdigheidsfactor mag zijn (hoe kleiner de kans dat alle woningen tegelijk gaan douchen / verwarmen). Omdat er 1.940 woningen aangesloten worden aan het warmtenet is de gelijktijdigheidsfactor laag. Voor de gelijktijdigheid van ruimteverwarming is 60% aangehouden en voor tapwater 8%. Het bronnet en het MT-net hebben daarnaast een warmteverlies van circa 5% en 18% over de warmtevraag respectievelijk. Deze uitgangspunten worden meegenomen in de berekening van het warmtenet (paragraaf 5.6).

5.3 Warmtepotentie Valleikanaal

Met een enorme warmtepotentie van het Valleikanaal van 50 MW is er meer dan genoeg warmte beschikbaar voor alle bekeken buurten. Om deze warmte in te kunnen zetten is een systeem nodig bestaande uit een TEO systeem en WKO (warmte-koudeopslag). Het TEO systeem bestaat uit de volgende hoofdcomponenten:

- Oppervlaktewater innamepunt voorzien van grof filter
- Frequentiegeregelde pompen dicht bij het innamepunt (zuiden)
- Filtering
- Warmtewisselaars
- Uitstroompunt (noorden)
- Besturingssysteem en elektrische voeding

Als gevolg van warmtewinning uit oppervlaktewater, ontstaat een netto koudelozing (het water koelt af). Hierbij ontstaat een risico op nadelige ecologische effecten op de ecologie. Er is meer onderzoek nodig om het deze nadelige effecten precies in te kunnen schatten. Voor waterschappen is door de STOWA een handreiking opgesteld om vergunningsaanvragen voor koudelozingen te kunnen beoordelen. Hieruit volgt per watertype een limiet van het totale debiet dat gewonnen mag worden op één lozingslocatie. Met de handreiking is bepaald hoeveel koudelozingen nodig zouden zijn om de totale benodigde warmte te winnen. In onderstaande stappen wordt het aantal lozingspunten bepaald, en vervolgens de benodigde afstand tussen de lozingspunten.

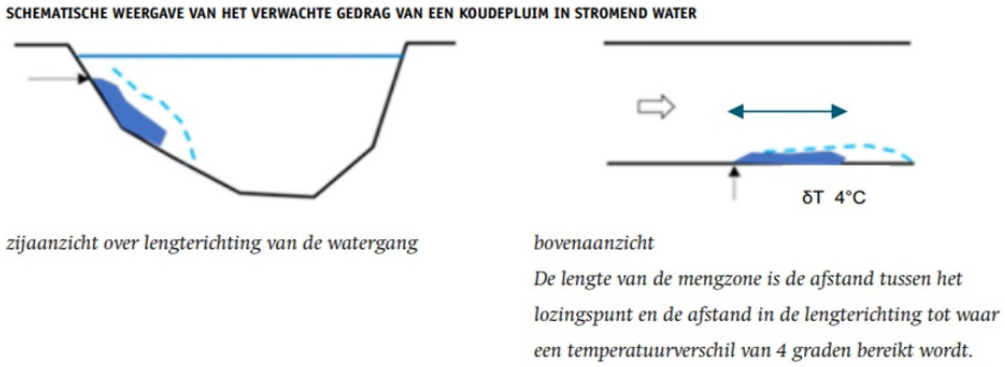
Mengzone: Gedefinieerd als de zone waar er risico is op ecologische effecten, zie Figuur 5.1 ter illustratie. Dit is de zone waarbij de afkoeling van het ontvangende water meer dan 4°C is. Bij stromende wateren zoals het Valleikanaal is de mengzone meestal klein doordat de geloosde koude zich snel mengt met het ontvangende water. De koudepluim vormt zich primair stroomafwaarts. Door de beperkte grootte van de mengzone zijn de ecologische effecten ook beperkt.

Lozingsdebiet: Het toegestane lozingsdebiet is begrensd op basis van het KRW-watertype. Het KRW-type van het Valleikanaal is 'R6': Langzaam stromend riviertje op zand/klei. Voor dit type is het maximaal toegestane lozingsdebiet maximaal 5% van het zomergemiddelde afvoerdebiet. Vanuit de data analyse volgde dat het gemiddelde zomerdebiet 2,4 m^3/s betreft. Dit betekent een maximaal lozingsdebiet van 0,12 m^3/s per koudelozing, Omgerekend is dat 423 m^3/uur.

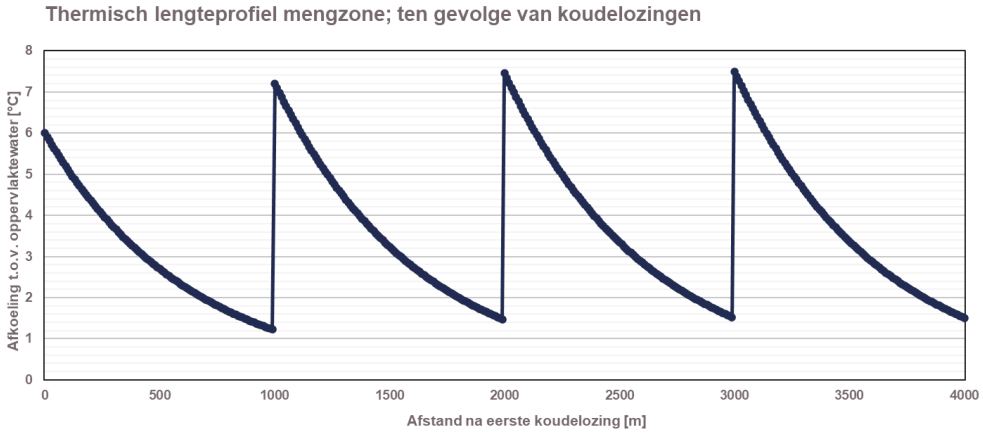
Aantal lozingspunten: Het benodigde onttrekkingsdebiet om de warmtevraag te dekken volgt uit Tabel 5.2. Dat is namelijk respectievelijk voor het bronnet 1.493 m^3/uur en voor het MT-net 1.669 m^3/uur. Met het maximale lozingsdebiet van 432 m^3/uur betekent dat er in beide gevallen minimaal vier lozingspunten nodig zijn.

Thermisch lengteprofiel: In de handreiking is een formule gegeven voor de bepaling van het thermisch lengteprofiel, rekening houdend met de breedte van het kanaal, het lozingsdebiet en het temperatuurverschil na warmtewinning. Deze formule geeft aan wat de temperatuur van het water is, een *x* aantal meters stroomafwaarts van de koudelozing. Met deze formule is bepaald na welke afstand een nieuwe koudelozing mogelijk is. Uit Figuur 5.2 volgt dat een bronafstand van 1 km wenselijk is. Bij deze afstand is de temperatuur van het ontvangende water weer hersteld voordat er een nieuwe koudelozing plaatsvindt.

Conclusie: Er zijn minimaal 4 koudelozingen nodig. Om het water niet te ver uit te koelen is de benodigde afstand tussen de bronnen ongeveer 1.000 m. In de praktijk zou dit betekenen dat er veel leidingwerk nodig is om de gewonnen warmte te transporteren richting het projectgebied. Dit is een aandachtspunt. Om die reden is het advies om in gesprek te gaan met het waterschap. Voor een dergelijk groot project zal het in een later stadium ook nodig zijn om de effecten van de koudelozingen te modelleren via het SOBEK model. Samen met het waterschap kunnen dan de beste locatie voor warmtewinning worden gekozen.



Figuur 5.1 Weergave van het verwachte gedrag van de koudepluim bij stromende wateren. Het blauwe gedeelte is een illustratie van de mengzone; het zone waarbij de afkoeling van het water meer dan 4 graden is.



Figuur 5.2 Resultaten van de berekening van het thermische lengteprofiel, waarbij er om de 1.000 m één koudelozing wordt toegepast (afkoeling van 6 °C) met een debiet van 432 m^3/uur.

5.4 WKO

Zoals in hoofdstuk 3 is toegelicht kan een WKO toegepast worden in het projectgebied. Het totale bodempotentieel op basis van het beschikbare oppervlak van de buurten is 137.700 GJ/jaar bronzijdig. Er zijn al vier bodemlussen (gesloten bodemenergie) en een WKO aanwezig waar rekening mee gehouden moet worden. Aangezien de warmtevraag van de buurten slechts 45% is van het beschikbare bodempotentieel is het onwaarschijnlijk dat de bestaande systemen tot knelpunten zullen leiden. Wel adviseren wij om in een vervolgstap een diepgaand WKO onderzoek uit te (laten) voeren om de interferentie met de bestaande systemen en zowel de optimale dimensionering als de optimale locaties van de WKO's in beeld te brengen.

Het maximaal mogelijk infiltratiedebiet in de watervoerende laag Peize en Waalre 3 is relatief hoog, circa 230 m·/uur. Een hoog infiltratiedebiet geeft aan dat er een relatief groot vermogen aan warmte onttrokken en geïnfiltreerd kan worden uit de watervoerende bodemlaag. Wel is het aan te raden om bronnen te realiseren met een lager debiet voor een robuuster systeem.

Bij een infiltratiedebiet van 162 m^3/uur, een delta T van 6°C (verschil tussen de warme en koude bron) en 2.500 oplaaduren van de WKO zijn er zes doubletten nodig (zes warme en zes koude bronnen); dus elke buurt krijgt een eigen WKO. Elk doublet kan 1,12 MW leveren. Deze berekeningen zijn indicatief, waarbij rekening is gehouden met de effectief te realiseren filterlengte en de doorlatendheid van het watervoerend pakket.

Het aantal oplaaduren van de WKO is gebaseerd op het aantal uur dat de temperatuur van het oppervlaktewater (naar verwachting) warmer is dan 15°C. Het aantal uur dat er warmte wordt onttrokken door middel van het TEO systeem is dus ook 2.500. Daarmee is het vermogen van het TEO systeem ongeveer gelijk aan het vermogen van de WKO doubletten bij elkaar: 6,8 MW. Het onttrekkingsdebiet uit het Valleikanaal is dan gelijk aan 1.165 m³/uur. Gezien het hoge onttrekkingsdebiet is het robuuster om dit debiet te verdelen over meerdere (twee of drie) systemen. Dit is een optimalisatieslag die in het vervolg verkend kan worden.

5.5 Warmtevraag

Zoals eerder werd toegelicht in paragraaf 4.4 is de totale warmtevraag van de zes buurten samen circa 73.700 GJ/jaar (samengevat in Tabel 5.1). Op basis van de warmtevraag zijn per onderdeel de benodigde grootte / capaciteit van het aquathermie systeem berekend. Deze waardes zijn samengevat in Tabel 5.2.

Tabel 5.1: Warmtevraag gemiddelde woning per buurt, inclusief reductie ruimteverwarming van 15%.

	Noordwijck	Langenbeek	Munnikhove	Bosveld	Akkerhoeve	Zwanenburg
Gemiddeld BVO* in m2	120	132	123	131	109	72
Vraag ruimteverwarming (GJ/jaar)	31	35	32	34	28	21
Vraag tapwater (GJ/jaar)	13	15	14	15	12	7
Vraag totaal warmte (GJ/jaar)	44	50	46	49	40	28
Vraag warmte hele buurt (GJ/jaar)	**15.050**	**15.550**	**14.380**	**10.600**	**10.520**	**7.740**

* Bruto vloeroppervlakte

Tabel 5.2: Onderdelen bronnet systeem op TEO

	Bronnet	MT net
SCOP	4,0	3,0
Vermogensvraag TEO systeem (kW)	8.667	9.690
Onttrekkingsdebiet TEO systeem (m^3/uur)	1.493	1.669
Laaduren WKO mei – september	2.500	2.500
Capaciteit WKO systeem (m^3/uur)	966	966
Warmte te onttrekken uit oppervlaktewater (GJ/jaar)	81.100	90.700
Gelijktijdig vermogen warmtenet (kW)	5.000	7.200
Totaal geleverde warmte incl. verliezen (GJ/jaar)	60.800	90.700
Warmte toegevoegd door elektriciteit in woningen (GJ/jaar)	20.300	0

5.6 Berekening warmtenet

Door middel van softwareprogramma Comsof Heat is het transport- en distributienet berekend van het bronnet en het MT-net. De locatie voor de warmte opwekstations is automatisch gekozen door de software. In werkelijkheid zal er nog naar een geschikte locatie gezocht moeten worden.

Het warmtenet is gedimensioneerd op een besparing van 15% van ruimteverwarming, zie hiervoor paragraaf 4.3. Het is noodzakelijk dat op moment van aansluiten de besparing is gerealiseerd, anders is de capaciteit van het net te laag. Het is wel realistisch dat deze energiebesparing (minimaal) behaald is tegen de tijd dat het warmtenet gerealiseerd zal worden (na 2028). Het duurt enkele jaren om een duurzame warmtebron te ontwikkelen en daarnaast nog enkele jaren om het warmtenet te organiseren, daarom is gekozen voor jaar 2028 als startjaar voor de aanleg.

Het TEO systeem zal bij het Valleikanaal geplaatst worden. De exacte locatie moet een logische plek worden met voldoende stroming en een locatie waar minimale impact op de ecologie te verwachten is. Daarnaast moet er voldoende ruimte in de nabijheid te zijn voor een technische ruimte (boven of ondergronds) die goed bereikbaar is voor onderhoud. Het inname- en terugvoerpunt dient een paar honderd meter uit elkaar geplaatst worden, afhankelijk van het vermogen van elk TEO systeem en het aantal systemen dat geplaatst zullen worden. De precieze afstand dient in vervolgonderzoek bepaald te worden. In de warmtenetberekening is de locatie van het TEO systeem bepaald aan de hand van de kortste afstand van het Valleikanaal naar de buurten.

Het warmtenet bestaat in beide scenario's uit een transportnet op brontemperatuur (12-18°C). Dit transportnet is gekoppeld aan het TEO systeem en aan de WKO doubletten. Hierbij kan in de zomer direct warmte van het Valleikanaal het transportnet in, en van het Valleikanaal de WKO doubletten in. In de winter wordt de warmte vanuit de WKO's aan het transportnet geleverd. Tussen het transportnet en distributienet worden warmteoverdrachtstations geplaatst (acht stuks in beide scenario's). Het aantal benodigde warmteoverdrachtstations wordt berekend door Comsof. Het distributienet van het bronnet blijft op een vergelijkbare temperatuur als het transportnet en wordt dan opgewaardeerd tot een bruikbaar

niveau in de woning. De individuele warmtepompen leveren gemiddeld gezien 6 kW aan ruimteverwarming en 2 kW aan tapwater. Dus een 8 kW warmtepomp is gemiddeld gezien nodig per woning.

Het distributienet van het MT-net is op 70°C, hiervoor zijn dus collectieve warmtepompen nodig om de brontemperatuur op te waarderen. Het vermogen van de warmtepompen is in totaal 7,5 MW. Om de warmte in de woning af te kunnen geven wordt er nog een afleverset (en energiemeter) geplaatst in elke woning.
In Figuur 5.3 en Figuur 5.4 is een eerste weergave geschetst van het tracé van het bronnet en MT-net. Het bronnet heeft leidingen van DN400 (transport) tot aan DN 40 (huisaansluitingen). Het MT-net heeft leidingen van DN450 (transport) tot aan DN20 (huisaansluitingen). Voor het distributienet op midden temperatuur worden dunnere leidingen gebruikt dan voor het bronnet. Daar tegenover staat dat de leidingen van een MT-net geïsoleerd worden, waardoor de totale dikte vergelijkbaar is met die van een bronnet.

Figuur 5.3: Weergave bronnet gevoed door Valleikanaal

Figuur 5.4: Weergave midden temperatuur net gevoed door Valleikanaal

6 Businesscase

In dit hoofdstuk wordt de businesscase uitgewerkt, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen MT-net en bronnet. Eerst staan de algemene uitgangspunten beschreven in paragraaf 6.1 en paragraaf 6.2. Vervolgens wordt de businesscase weergegeven vanuit het perspectief van de warmteleverancier in paragraaf 6.3. In paragraaf 6.4 wordt vanuit het perspectief van de bewoner een vergelijking gemaakt tussen verschillende warmtetechnieken. Hieruit wordt duidelijk of het voor een bewoner aantrekkelijk is om aan te sluiten op een warmtenet.

6.1 Uitgangspunten algemene parameters businesscase

Voor de businesscases wordt er in het algemeen vanuit gegaan dat een terugverdientijd van 30 jaar of korter wenselijk is. Dit wordt apart beschreven voor het bronnet en het MT-net. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- **Gemiddelde inflatie:** 2% per jaar.
- **Rentelasten investering 15 jaar lang:** Er is vanuit gegaan dat er de benodigde investering wordt geleend tegen een rentepercentage van 4% met een lineaire terugbetaling. Het bedrag van de lening dekt de totale investering, minus de inkomsten vanuit de bijdrage aansluitkosten en eventuele subsidie. Vervolgens wordt de lening in 15 jaar afbetaald, waarbij de rentelasten worden gehanteerd over de overgebleven lening.
- **Discontovoet / projectrendement:** De discontovoet is opgebouwd uit de inflatie van 2% + een rendementseis van 4%, wat in totaal uitkomt op 6%. Deze discontovoet wordt gebruikt om de netto contante waarde (NCW) te berekenen.
- **Volloop risico:** Het aansluiten op het warmtenet is altijd vrijwillig, daarom is de kans aanwezig dat niet elke bewoner mee zal doen. We hebben de businesscase bepaald met een volloop van 100%, 90%, 70% en 50%. Voor de appartementsgebouwen is ervan uit gegaan dat deze altijd zullen aansluiten. De wijk is namelijk specifiek gekozen om deze gebouwen aan te kunnen sluiten. Mochten deze panden niet willen aansluiten, dan is het logischer om een andere wijk te kiezen.
- **Subsidies:** In het 2^{e} kwartaal van 2023 is een nieuwe subsidie voor warmtenetten gepresenteerd, namelijk de Warmte Infrastructuur Subsidie (WIS). Dit gaat om een maximale bijdrage van EUR 6.000,00 per aansluiting. Voor het MT-net is daarnaast de SDE++ meegenomen met het maximale bedrage van 0,0932 EUR/kWh geleverd uit warmtenet. Dit bedrag wordt 15 jaar lang uitgekeerd. De toekenning van deze subsidie is echter niet zeker.

6.2 Uitgangspunten kosten en baten

Het investeringsbedrag voor de warmteleverancier kunnen eenmalig verlaagd worden met de aansluitbijdrage van de bewoner. Deze bijdrage is gereguleerd door de ACM (Autoriteit Consument en Markt) en bedraagt maximaal EUR 4.411,00, excl. BTW per aansluiting in 2023 (ACM, 2023). Daarnaast kan om een extra niet-gereguleerde kostendekkingsbijdrage (KDB) worden gevraagd aan de bewoner.

Naast de eenmalige aansluitbijdrage bestaan de jaarlijkse baten uit vastrecht. In het geval van het MT-net komt daar nog verkoop van warmte, het meettarief, en de verhuur van de afleversets bij. De kosten bestaan uit onderhoud & beheer en energiekosten.

De jaarlijkse baten:

- Vastrecht warmtenet (gebaseerd op ACM tarieven 2023): De jaarlijkse inkomsten per aansluiting zijn voor een midden temperatuur warmtenet EUR 595,00/aansluiting excl. BTW. Bij een bronnet gaat dit om een basis vastrecht van EUR 249/aansluiting excl. BTW. Daarnaast kan er extra vastrecht worden gevraagd bij een aansluiting (de grootte van de leiding van de huisaansluiting) boven 3 kW, van EUR 63/kW. Er is gerekend met een gemiddelde aansluiting van 7 kW. Het jaarlijkse vastrecht komt daarmee uit op 501 EUR/aansluiting excl. BTW. Dit zijn de maximale tarieven die gehanteerd mogen worden.
- Een warmteprijs van EUR 40/GJ excl. BTW gebaseerd op het huidig prijsplafond (2023). De daadwerkelijke prijzen kunnen oplopen tot EUR 90/GJ. De warmteprijs is alleen toepasbaar voor afname van het MT-net. Voor het bronnet mag er geen warmteprijs gehanteerd worden aangezien de warmte te laagwaardig is om direct mee te verwarmen.

Voor de jaarlijkse onderhoudskosten, en kosten voor energie zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Onderhoud TEO systeem: 1,30% van investering
- Onderhoud WKO systeem: 2,50 % van investering
- Onderhoud warmtepompen: 3,50 % van investering
- Onderhoud afleversets: EUR 75,00/afleverset/jaar
- Facturatie en administratie EUR 45,00/aansluiting/jaar
- Elektra prijs collectief: EUR 0,19/kWh

6.3 Baten CO_2 reductie

Bij aansluiting op het warmtenet worden woningen aardgasvrij gemaakt, dit betekent dat er een reductie van de CO_2 uitstoot wordt gerealiseerd. Als gevolg van deze reductie kunnen CO_2 certificaten worden aangevraagd bij de Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK). Aquathermie projecten komen in aanmerking voor deze certificaten. De certificaten kunnen de eerste 15 jaar aangevraagd worden.

Voor de bepaling van de CO_2 reductie is de methode gevolgd zoals die is beschreven in het methode document voor aquathermie, beschikbaar op de website van het SNK (www.nationaleco2markt.nl). Voor een MT-net en een bronnet is de bespaarde CO_2 uitstoot bepaald ten opzichte van de aardgas referentie [56,5 kg CO_2/GJ] aan de hand van de ingeschatte hoeveelheid elektriciteit die gebruikt zal worden door de benodigde installaties[2]. Het SNK hanteert een CO_2 emissiefactor van 0,352 kg CO_2/kWh (overgenomen vanuit het PBL). Uit een marktonderzoek van het SNK (bron: jaarverslag 2022 SNK) blijkt dat de huidige marktwaarde van de certificaten op dit moment 100 €/ton CO_2 is.

[2] Door de SNK is vastgesteld dat op dit moment het elektraverbruik van een warmtepomp voor de CO_2-berekening gecompenseerd moet worden met de CO_2-uitstoot van een moderne gascentrale, omdat het elektraverbruik van warmtepompen als extra vraag wordt gezien en daarmee niet per definitie groen opgewekt kan worden. Jaarlijks wordt de correctiefactor opnieuw vastgesteld, waarbij deze op termijn 0 zal worden, omdat ook deze elektravoorziening steeds verder zal verduurzamen / vergroenen.

Tabel 6.1 Berekende CO_2 uitstoot per type scenario (bij een vollooppercentage van 70%)

Omschrijving	Bronnet	MT-net
CO_2 uitstoot gas referentie	324 [ton/jaar]	324 [ton/jaar]
Elektriciteitsverbruik (incl. WP in woning)	530.780 [kWh/jaar]	754.902 [kWh/jaar]
CO_2 uitstoot warmtenet	187 [ton/jaar]	266 [ton/jaar]
Besparing	42 [%]	17 [%]
Inkomsten	13.700 [€/jaar]	5.800 [€/jaar]

6.4 Businesscase TEO – perspectief warmteleverancier

In deze paragraaf worden de financiële consequenties van TEO voor de warmteleverancier toegelicht. Ten eerste wordt de raming gepresenteerd van de benodigde investeringen, zie Tabel 6.2. Op basis hiervan zijn de jaarlijkse inkomsten en uitgaven ingeschat, zie Tabel 6.3. Vervolgens wordt de business-case uitgewerkt over een periode van 30 jaar.

6.4.1 Investeringen en jaarlijkse uitgaven

Uitgangspunt is dat de start van de aanleg van het warmtenet over 5 jaar start (startjaar 2028). De aanleg van het warmtenet duurt dan circa 3 jaar (2028 t/m 2030). De investeringen worden verdeeld over deze drie jaar. In Tabel 6.2 is de investering van beide scenario's weergeven. Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met herinvesteringen van collectieve warmtepompen en de afleversets na 15 jaar. De totale investering per woning is circa EUR 10.000,00 voor het bronnet en EUR 16.500,00 voor het MT-net (excl. BTW).

Voor de collectieve warmtepompen van het MT-net zijn acht grootverbruik elektriciteitsaansluitingen nodig van circa 460 kW. Voor het bronnet zijn acht kleinverbruik aansluitingen van 3x 80A voldoende. Deze aantallen komen overeen met het aantal warmteoverdrachtstations.

Tabel 6.2: Raming investering warmteleverancier excl. BTW

Onderdelen	Bronnet	MT-net
TEO systeem	€ 1.090.000	€ 1.218.000
WKO systeem	€ 1.920.000	€ 1.920.000
Technische ruimte	€ 500.000	€ 500.000
Collectieve warmtepompen	N.v.t.	€ 5.250.000
Warmteoverdrachtstations	€ 432.000	€ 432.000
Transportnet	€ 2.216.000	€ 1.912.000
Distributienet	€ 4.441.000	€ 4.470.000
Aansluitleidingen	€ 3.624.000	€ 4.179.000
Aansluiting elektra	€ 15.000	€ 162.000
Afleversets + energiemeter	N.v.t.	€ 3.104.000
Algemene uitgaven (8%)	€ 1.139.000	€ 1.852.000
Subtotaal	**€ 15.377.000**	**€ 25.000.000**
Winst & Risico (13%)	€ 1.999.000	€ 3.250.000
Onvoorzien (15%)	€ 2.307.000	€ 3.750.000
Totaal collectieve investering	**€ 19.683.000**	**€ 32.000.000**
Aantal woningen	1944	1944
Totale uitgaven per woning	**€ 10.000**	**€16.500**

Tabel 6.3: Jaarlijkse uitgaven gehele warmtenet excl. BTW

Onderdelen	Bronnet	MT net
Onderhoud TEO systeem	€ 14.200	€ 15.800
Onderhoud WKO systeem	€ 48.000	€ 48.000
Onderhoud technische ruimte en overdrachtstations	€ 12.100	€ 12.100
Onderhoud leidingen warmtenet	€ 133.700	€ 137.300
Onderhoud collectieve warmtepompen	N.v.t.	€ 183.800
Onderhoud afleversets	N.v.t.	€ 145.500
Facturatie en administratiekosten	€ 87.300	€ 87.300
Elektriciteitsverbruik	€ 235.600	€ 1.858.700
Vaste energierekening	€ 24.000	€ 212.400
Totale jaarlijkse uitgaven	**€ 467.600**	**€ 2.468.100**

6.4.2 Resultaten businesscase – bronnet

Voor het bronnet zijn de resultaten gepresenteerd in Figuur 6.1 en Figuur 6.2. De figuren geven de netto contante waarde (NCW) voor verschillende scenario's. Door de scenario's met elkaar te vergelijken kunnen er lessen worden getrokken, waaruit blijkt onder welke randvoorwaarden de businesscase positief is. Ten eerste wordt het basisscenario besproken, waarna kort wordt ingegaan op de invloeden van verschillende scenario's.

Uitkomst basisscenario

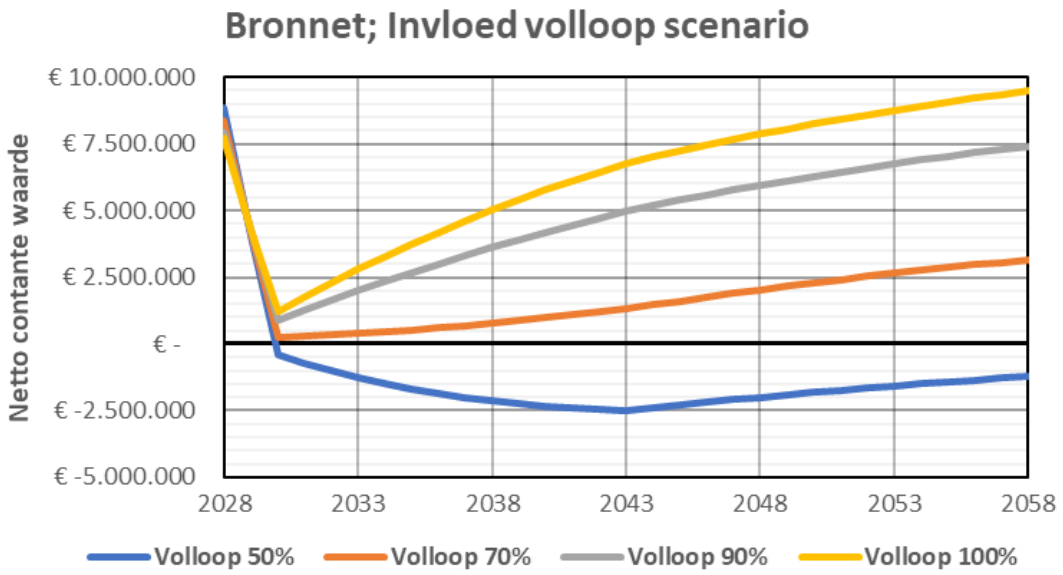
Het basisscenario bestaat uit een volloop percentage van 70%, inkomsten vanuit de Warmte Infrastructuur Subsidie (WIS) (49% van de investering óf EUR 6.000,00/aansluiting) en een rendementseis van 4%. Uit Figuur 6.1 blijkt dat dit scenario een positieve businesscase oplevert. In de eerste 15 jaar zijn de jaarlijkse rentelasten en aflossing van de lening relatief hoog ten opzichte van de inkomsten. Na de aflossing van de lening na 15 jaar wordt is de winst hoger. Er zijn dan echter geen inkomsten meer vanuit de verkoop van CO_2 certificaten gemaakt, omdat ook deze inkomst een looptijd heeft van 15 jaar.

Invloed van volloopscenario's

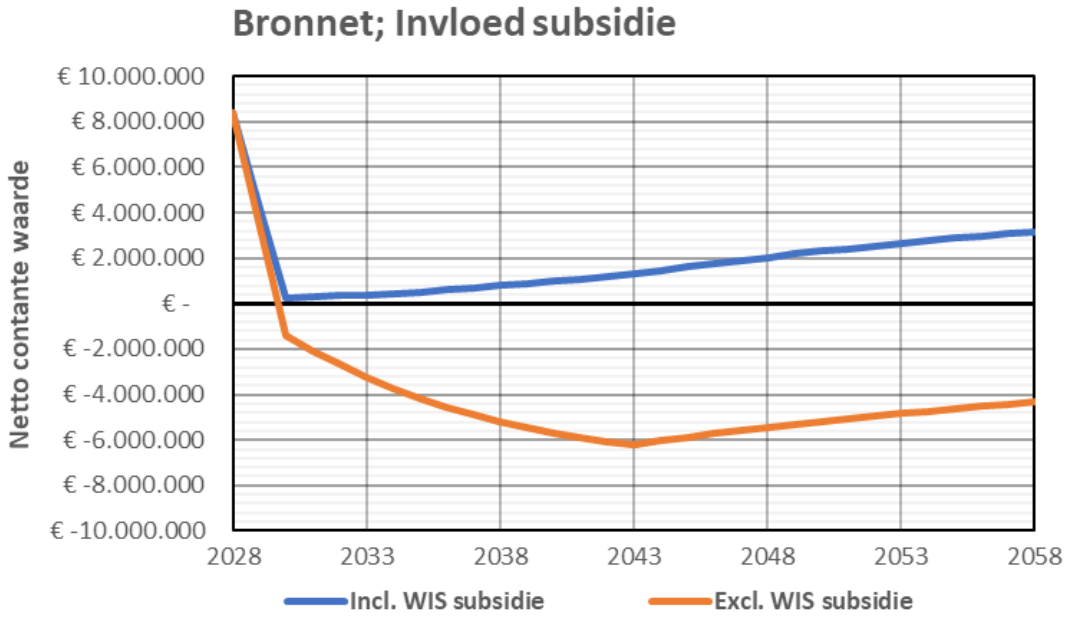
Uit de figuren kunnen we concluderen dat een vollooppercentage van 50% onvoldoende is voor een haalbare businesscase. Uit Figuur 6.1 blijkt echter dat dit al wel het geval is bij een volloop percentage vanaf 70%. Door de extra aansluitingen zijn de inkomsten vanuit de bijdrage aansluitkosten hoger. Dit heeft invloed op de hoogte van de lening, waardoor er minder rentelasten bekostigt hoeven te worden. Ook zijn de jaarlijkse inkomsten hoger. Een belangrijk leerpunt is daarom dat het volloopscenario van grote invloed is op de haalbaarheid van de businesscase.

Invloed van Warmte Infrastructuur Subsidie (WIS)

In het basis scenario is de WIS meegenomen. Uit Figuur 6.2 blijkt dat deze subsidie van groot belang is voor de haalbaarheid van het project. Bij een volloop scenario van 70% geeft dit ongeveer € 8 miljoen aan inkomsten. Hierdoor kan een kleinere lening worden aangevraagd, waardoor er nog minder rentelasten betaald hoeven te worden. De subsidie is essentieel voor een haalbare businesscase.



Figuur 6.1:De netto contante waarde van het basis scenario (70% volloop, WIS subsidie en 4% rendementseis) van het bronnet (TEO). In het eerste jaar wordt een lening afgesloten die over drie jaren wordt geïnvesteerd. Na drie jaar zijn ook alle woningen aangesloten. Uit de figuur blijkt dat het basis scenario een positieve businesscase oplevert. Ook blijkt dat het volloopscenario van grote invloed is op de haalbaarheid van de businesscase.



Figuur 6.2: Netto contante waarde voor het bronnet inclusief en exclusief de Warmte Infrastructuur Subsidie (WIS). Overige uitgangspunten zijn een volloopscenario van 70% en een rendementseis van 4%. De figuur toont het belang van de subsidie. Zonder de inkomsten uit de subsidie is een hogere lening nodig, waardoor er jaarlijkse hogere rentelasten worden betaald. Dit heeft een significant negatief effect op de businesscase.

6.4.3 Resultaten MT-net

De resultaten voor het MT-net zijn gepresenteerd in Figuur 6.3 en Figuur 6.4. Door ook weer bepaalde scenario's met elkaar te vergelijken wordt duidelijk onder welke randvoorwaarden een positieve businesscase ontstaat.

Basis scenario

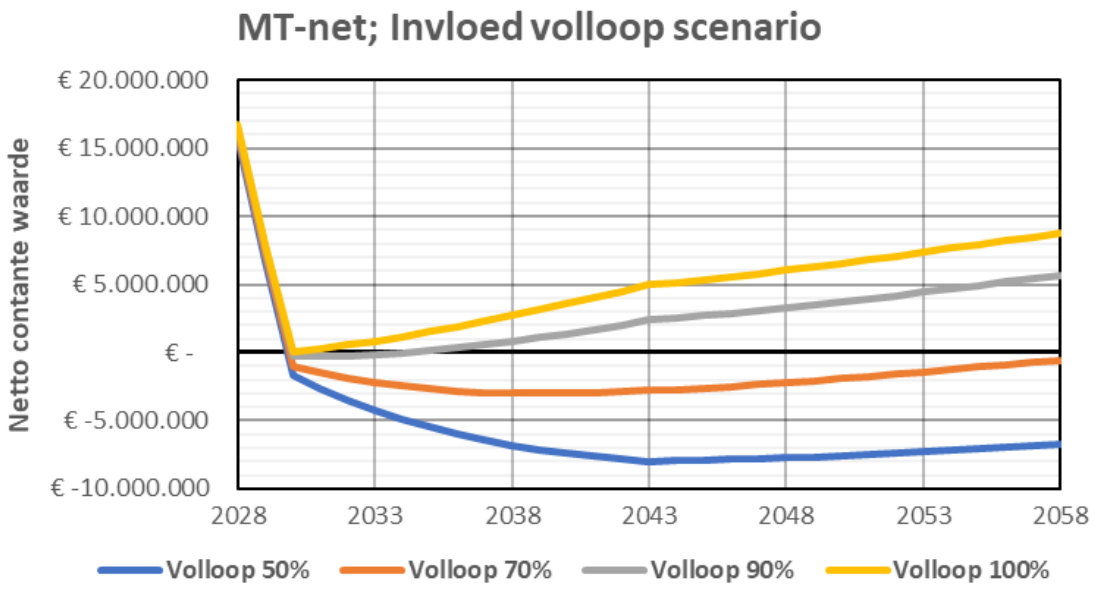
De benodigde investeringen bij een MT-net zijn hoger dan bij een bronnet. Een ander groot verschil zijn de benodigde herinvesteringen na 15 jaar, voor het vervangen van de centrale warmtepompen. De rentelasten en jaarlijkse aflossing blijven zo zorgen voor hoge operationele kosten ten opzichte van de inkomsten. Om die reden levert het basis scenario voor een MT-net geen positieve businesscase op.

Invloed volloopscenario's / kostendekkingsbijdrage:

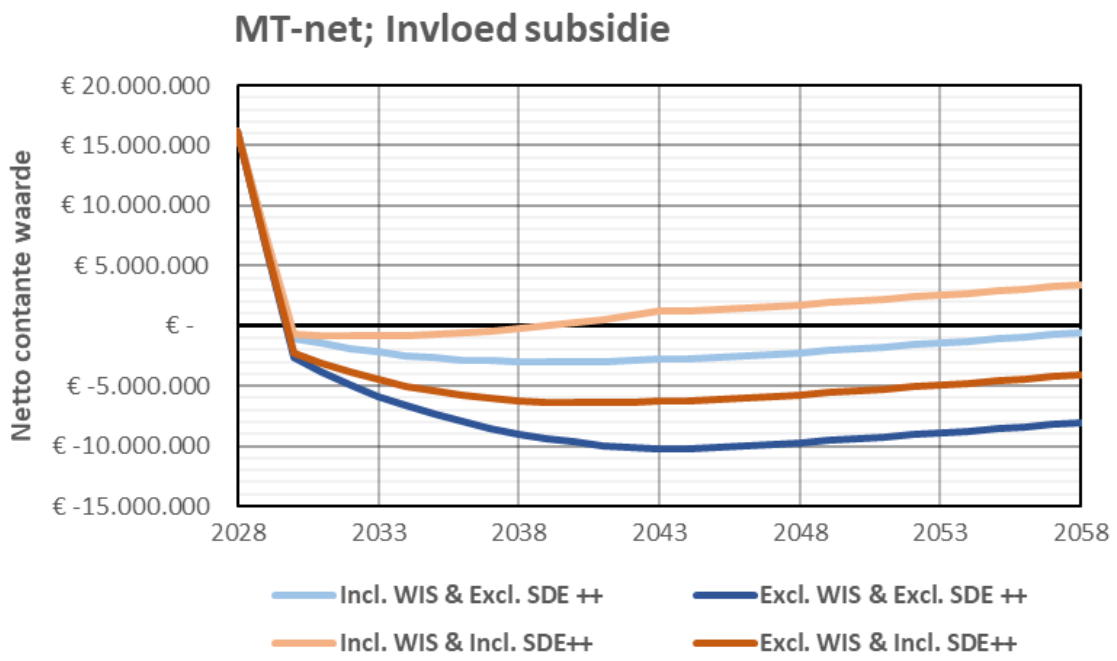
Uit Figuur 6.3 blijkt dat de businesscase zeer gevoelig lijkt voor het volloopscenario. Bij een volloopscenario van 90% is de businesscase zeer positief. Het verschil is inkomsten is erg groot zodra meer woningen aansluiten.

Invloed subsidie

In het basis scenario (volloop = 70%) is de SDE++ subsidie essentieel, blijkt uit Figuur 6.4. Dit zorgt voor extra inkomsten in de eerste 15 jaar van het project. De WIS heeft echter een significantere impact op de businesscase. Het kan zijn dat niet allebei subsidies toegekend kunnen worden voor hetzelfde project. Hierover is door de wetgever nog geen duidelijkheid gegeven, de WIS subsidie moet nog in werking treden. In dat geval kan het beste gekozen worden voor de WIS subsidie.



Figuur 6.3: De figuur presenteert de netto contante waarde voor verschillende volloopscenario's. De figuur is inclusief WIS subsidie, en exclusief SDE++ subsidie.



Figuur 6.4: Invloed van verschillende subsidie scenario's bij een volloop percentage van 70%. De rode lijnen zijn de scenario's inclusief SDE++ subsidie. Deze scenario's geven een positieve businesscase. Hieruit valt op te maken dat de SDE++ subsidie een significanter effect heeft dan de WIS.

6.5 Perspectief bewoner – Total costs of ownership

Om een beeld te geven van de kosten voor de bewoner worden in deze paragraaf de investering, de jaarlijkse kosten en de *total cost of ownership* beschreven. Dit is uitgevoerd voor de volgende warmte-concepten:

- Een CV-ketel
- Aansluiting op een bronnet
- Aansluiting op een midden-temperatuur warmtenet
- Een hybride warmtepomp en
- Een all-electric warmtepomp

Vanuit het perspectief van de bewoners is het de vraag of aansluiting op een bronnet gunstiger is dan een individuele oplossing. Deze inschatting is gemaakt voor particuliere woningen van een tussenwoning met een bouwjaar tussen 1975 – 1995 en gebruiksoppervlakte van 110 m^2.

6.5.1 Investering

Om op een warmtenet aan te kunnen sluiten moeten eerst investeringen gedaan worden. Om de vraag naar warmte te minimaliseren zal de woning eerst goed geïsoleerd moeten worden. Daarbij komen kosten voor het aanpassen van de woning voor een laagtemperatuur afgiftesysteem. Voor het aansluiten op het warmtenet rekent de warmteleverancier eenmalige aansluitkosten (BAK). Tegenover de kosten stelt de overheid verschillende subsidies, om het aansluiten op een warmtenet te stimuleren. Deze

subsidies drukken de investering en eenmalige aansluitkosten. Genoemde posten zullen hieronder nader worden toegelicht.

Isolatie

Over een periode van 30 jaar bleek uit berekeningen dat het financieel gezien aantrekkelijk is om te isoleren. Om die reden zijn de isolatiekosten voor elke variant meegenomen. Als gevolg van het isoleren is een reductie in de warmtevraag van 15% aangenomen.

De benodigde isolatiemaatregelen zijn gebaseerd op een rapportage van adviesbureau Niemann uit 2018. In deze rapportage zijn streefwaardes bepaald voor de warmtevraag/m^2, waarbij een woning energielabel B/A heeft en geschikt is voor verwarming op lage temperatuur. Op basis van het woningtype (tussenwoning, hoekwoning etc.) en bouwjaar categorieën zijn de benodigde maatregelen opgesteld. Deze maatregelen kunnen relatief eenvoudig worden toegepast zonder dat er een grote verbouwing nodig is van de woning. Dit bestaat uit isolatie van de gevel, ramen, dak, vloer en het toepassen van kierdichtingen. Voor elk van deze onderdelen van een woning is de oppervlakte ingeschat. Vervolgens is gebruik gemaakt van kostenkengetallen van een samenwerking van de RVO en Arcadis. Deze kostenkengetallen zijn inzichtelijk op *www.digipesis.com*. De bovenstaande aanpak komt overeen met de aanpak van onderzoeksrapport van TNO[3], waarbij de isolatiekosten zijn ingeschat voor verschillende typen woningen. De uitkomst is weergegeven in Tabel 6.4. In totaal zijn de kosten ingeschat op EUR 6.685,00 excl. Belangrijk om hierbij te vermelden is dat het goed om een inschatting, en dat de isolatiekosten per woning veel kunnen verschillen.

Tabel 6.4: Isolatiemaatregelen voor gemiddelde tussenwoning tussen 1975 -1995. (Bron kostenkengetallen vanuit RVO/Arcadis excl. BTW; www.digipesis.com).

Maatregel	Kengetal	Eenheid	Aantal	Kosten maatregel (€)
Gevel (Rc > 1,79)	€ 29,51	€/m^2 gevel	35	€ 1.032,85
Raam HR++ (U > 1,2)	€ 136,42	€/m^2 raam	15	€ 2.046,30
Dak (R_d > 2,1)	€ 49,39	€/m^2 oppervlak	55	€ 2.716,45
Vloer (R_c > 2,6)	€ 26,07	€/m^2 vloer	45	€ 1.173,15
Kierdichtingen	€ 150,00	€/kierdichting	5	€ 750,00

Woningaanpassingen naar lage-temperatuur verwarming

Naast de kosten voor isolatie, zijn er een aantal andere woningaanpassingen nodig om een woning geschikt te maken voor verwarming op lage temperatuur. Het overzicht hiervan is gegeven in Tabel 6.5. In totaal zijn deze kosten ingeschat op EUR 8.267,00

[3] Kosten en baten isolatiestandaard en streefwaarden woningen, 2020

Tabel 6.5: Totale investering in woning voor aansluiting op een bronnet; naast isolatie.

Woningaanpassingen	Ingeschatte kosten (excl. btw)
Lage temperatuur radiatoren	€ 1.500
Inductie kookplaat	€ 700
Aanpassingen in meterkast (installateurskosten)	€ 3.000
Installateurskosten verwijderen gasleiding	€ 640
Netbeheerderskosten 3 x 25 A aansluiting	€ 277
Additioneel inpandig leidingwerk	€ 1.000
Afsluiter voor de deur incl. afleverset	€ 1.200
Totaal	**€ 8.267**

Eenmalige bijdrage aansluitkosten (BAK)

Het investeringsbedrag voor de warmteleverancier kunnen eenmalig verlaagd worden met de aansluitbijdrage van de bewoner. Deze bijdrage is maximaal EUR 4.411,00, excl. BTW per aansluiting (ACM, 2023). Dit komt overeen met het bedrag waarmee is gerekend in de businesscase - perspectief warmteleverancier.

Subsidies

Tegenover de eenmalige kosten voor het aansluiten op een warmtenet zijn er subsidies beschikbaar. Deze zijn bedoeld om het aansluiten en verduurzamen van woningen interessanter te maken voor de bewoner. De relevante subsidies zijn:

- ISDE isolatie; 30% van de kosten als minimaal twee maatregelen zijn toegepast,
- ISDE warmtepomp; 30% van de aanschafkosten, van toepassing bij een bronnet,
- ISDE aansluiting warmtenet; vast bedrag van EUR 3.325,00 voor de aansluiting op een warmtenet.

Let wel, er is jaarlijks een vast bedrag te verdelen voor de subsidies. Het kan dus zijn dat de subsidie op is als de bewoner deze wil aanvragen. Daarnaast kan het zijn dat de genoemde bedragen en percentages in de toekomst wijzigen.

Herinvestering

Voor de warmte installatie moet er rekening mee gehouden worden dat de apparatuur maar een bepaalde tijd mee gaat. Voor een CV-ketel kan uitgegaan worden van 15 jaar, voor een water/water warmtepomp is dit 25 jaar. Bij een lucht/water warmtepomp moet na ongeveer 10-15 jaar de buitenunit worden vervangen. De hele installatie moet vervolgens ook weer worden vervangen na ongeveer 25 jaar. Voor de afleverset geldt dat deze eigendom blijft van de warmteleverancier en dat er jaarlijks huur in rekening wordt gebracht. De bewoner hoeft hierom geen rekening te houden met een herinvestering.

Tabel 6.6: Overzicht investering en subsidies voor verschillende warmteconcepten

Omschrijving	CV-ketel	Bronnet	MT-net	Hybride	All-electric
Installatie warmteconcept	€ 2.000	€ 11.800		€6.500	€ 13.000
Isolatiemaatregelen	€ 6.685	€ 6.685	€6.685	€ 6.685	€ 6.685
Woningaanpassingen		€ 8.267		€3.000	€7.041
Bijdrage aansluitkosten (BAK)		€ 4.411	€4.411		
ISDE Isolatie (30%)	*(€ 2.005)*	*(€ 2.005)*	*(€ 2.005)*	*(€ 2.005)*	*(€ 2.005)*
ISDE Warmtepomp (30%)		*(€ 3.540)*		*(€1.950)*	*(€3.900)*
ISDE Aansluiting warmtenet		*(€ 3.325)*	*(€ 3.325)*		
Totaal investering excl. BTW	€ 6.680	€ 22.293	€ 5.766	€13.505	€ 18.695
Totaal investering incl. BTW	**€ 8.100**	**€ 26.900**	**€ 6.977**	**€16.345**	**€ 22.620**
Herinvesteringen jaren	15 jaar	25 jaar	nvt	10 & 25	10 & 25
Herinvestering bedrag	€ 2.000	€ 11.800		€ 11.375	€ 22.750

6.5.2 Jaarlijkse uitgaven

De jaarlijkse kosten zijn per warmteconcept verdeeld in vaste kosten en kosten voor energie. De vaste kosten bestaan uit het vastrecht voor de aansluiting (bijvoorbeeld voor aardgas, of aansluiting op het warmtenet). Voor het vastrecht van een bronnet is gerekend met de maximale ACM-tarieven van 2023. Dit komt overeen met de gebruikte waardes in de businesscase - perspectief warmteleverancier. Naast het vastrecht bestaan de vaste kosten uit onderhoudskosten.

De jaarlijkse energiekosten zijn berekend aan de hand van een warmtevraag van 36 GJ/jaar. Dit komt overeen met een gasverbruik van ongeveer 1.100 Nm^3 gas. Voor de warmtepomp is een Seasonal Coefficiënt of Performance gedefinieerd (SCOP). Deze waarde geeft aan hoe efficiënt de warmtepomp gemiddeld over het jaar warmte opwekt. Bij lucht/water warmtepompen is deze waarde lager (3,0) dan bij water/water warmtepompen (4,8). Dit heeft te maken met de aanvoertemperatuur van de bron. Bij een bronnet wordt deze constant gehouden op 12°C, ook in de winter. De buitenluchttemperatuur kan in de winter uiteraard wel tot onder het nulpunt zakken, waardoor een warmtepomp in die periode minder efficiënt is.

De onderstaande energietarieven zijn gehanteerd. Deze zijn gebaseerd op de huidige marktprijs (ICE Index, Maart 2023), plus de energiebelasting van dit jaar, vervolgens inclusief BTW. De prijs voor warmte is gebaseerd op het energieplafond. Voor de scenario's met gasverbruik is daarnaast gerekend met een jaarlijkse indexatie van 2%. Deze is gebaseerd op de verwachte jaarlijkse stijging van energiebelastingen. De verwachting is dat de aardgasprijzen op den duur sneller zullen stijgen dan de elektriciteitsprijzen. Om die reden zijn de besparingen van warmtepompen tegenover cv-ketels in de toekomst hoger:

- **Kosten elektriciteit:** 0,32 €/kWh
- **Kosten aardgas:** 1,28 €/Nm^3
- **Kosten warmte:** 47,38 €/GJ

Tabel 6.7 Overzicht jaarlijkse uitgaven voor bewoners per energieconcept (incl. BTW).

Omschrijving	CV-ketel	Bronnet	MT-net	Hybride wp	L/W wp
Vastrecht aardgas	€ 250			€ 250	
Vastrecht warmtenet		€ 606	€ 720		
Verbruik aardgas	€ 1.525			€ 305	
Verbruik warmte			€ 1.800		
SCOP Warmtepomp	-	*4,8*	-	*3,2*	*3,0*
Verbruik elektriciteit		€ 687		€ 824	€1.098
Onderhoud	€ 50	€ 50		€ 75	€50
Totaal jaarlijkse uitgaven incl. BTW	**€ 1.825**	**€1.343**	**€2.520**	**€1.454**	**€1.148**

6.5.3 Total costs of ownership

De beschreven investering en jaarlijkse uitgaven leiden samen naar een totaalbedrag dat een bewoner kan verwachten bij de overstap naar een bronnet of MT-net. Om dit te kunnen vergelijken staan in Tabel 6.8 de *total costs of ownership*. De total cost of ownership zijn de kosten die een bewoner kan verwachten over een periode van dertig jaar. Dit geeft een goed beeld, mede omdat hierin ook de herinvestering wordt meegenomen. Om het met de huidige situatie te kunnen vergelijken zijn ook de kosten voor een reguliere CV-ketel meegenomen in het overzicht.

Tabel 6.8: Total cost of ownership van de verschillende technieken over een periode van 30 jaar

Omschrijving	CV-ketel	Bronnet	MT-net	Hybride wp	L/W wp
Installatie warmteconcept	€ 2.000	€ 11.800		€6.500	€13.000
Isolatiemaatregelen	€ 6.685	€ 6.685	€6.685	€ 6.685	€ 6.685
Woningaanpassingen		€ 8.300		€ 3.000	€ 7.000
Bijdrage aansluitkosten (BAK)		€ 4.411	€ 4.411		
Inkomsten uit ISDE subsidies	*(€ 2.005)*	*(€8.870)*	*(€5.330)*	*(€ 3.955)*	*(€ 5.905)*
Totaal investering excl. BTW	€ 6.680	€ 22.250	€ 5.766	€ 12.230	€ 21.000
Totaal investering incl. BTW	**€ 8.000**	**€ 27.000**	**€ 7.000**	**€ 14.800**	**€ 25.500**
Totaal jaarlijkse kosten (gemiddeld) incl. BTW	**€ 2.575**	**€1.350**	**€2.520**	**€ 1.600**	**€ 1.150**
Herinvesteringen tot 30 jaar (incl. BTW)	€ 2.000	€ 11.800		€ 11.375	€22.750
Total costs of ownership; 30 jaar	**€ 87.400**	**€ 79.000**	**€ 82.600**	**€ 74.300**	**€ 82.500**

Uit Tabel 6.8 blijkt dat aansluiting op een warmtenet op lange termijn gunstiger is dan de CV-ketel gasreferentie. Wanneer de gehele periode wordt beschouwd is het verschil tussen een bronnet en een MT-net voor een bewoner niet groot. Bij een bronnet zijn de investeringskosten groter dan bij een MT-net, terwijl de jaarlijkse energiekosten een stuk lager zijn. Een hybride warmtepomp komt het goedkoopste naar voren. Deze variant is echter niet helemaal aardgasvrij, waardoor er op termijn waarschijnlijk alsnog extra maatregelen genomen moeten worden om helemaal gasvrij te worden.

Over 30 jaar zijn de kosten voor een L/W warmtepomp vergelijkbaar met de kosten voor een warmte-net. In deze berekening is geen kostendekkingsbijdrage (aansluitkosten voor warmtenet bovenop de BAK) meegenomen. Een belangrijke opmerking daarom is het voor bewoners snel minder aantrekkelijk wordt om aan te sluiten op een warmtenet wanneer dit wel opgenomen zou worden.

7 Rollen, eigenaarschap en beleid

Belangrijke aspecten bij het winnen van warmte door middel van aquathermie onder andere het eigendom, het beheer en de verantwoordelijkheid van en voor de assets waar warmte uit gewonnen wordt. Oppervlaktewatersystemen zijn meestal in beheer bij het waterschap.

7.1 Van wie is de warmte?

Formeel is er geen beleidskader dat ten grondslag kan liggen aan onderlinge afspraken tussen gemeente en waterschap om de warmte middels aquathermie te winnen en te benutten. De Wet Collectieve Warmtevoorziening (Wcw; de nieuwe warmtewet) lijkt invulling te gaan geven aan het zogenaamde ophaalrecht. Het ophaalrecht houdt in dat gemeente en waterschap in onderling overleg goede afspraken moeten maken over de organisatorische aspecten, het eigendom van de warmtewisselaars, het beheer en onderhoud hiervan, als ook over de verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden.

7.2 Overheidsparticipatie in warmtenetten

Daarnaast heeft Minister Jetten in oktober 2022 bekend gemaakt dat hij in het wetsvoorstel Wcw gaat bepalen dat gemeenten alleen warmtebedrijven voor een nieuw warmtekavel kunnen aanwijzen, als de infrastructuur daarvan in handen is van publieke partijen of als er publieke partijen door een meerderheidsaandeel in het warmtebedrijf doorslaggevende zeggenschap hebben over de infrastructuur. Vanaf 2024 moeten gemeenten zeggenschap krijgen over warmtenetten, stelt het kabinet. Energiebedrijven zijn niet direct blij met het besluit, omdat nieuwe én bestaande warmtenetten alleen nog gerealiseerd en geëxploiteerd mogen worden door warmtebedrijven waarin publieke partijen de meerderheid hebben. Private partijen mogen nog maximaal 49% van de aandelen hebben. Met deze stap wil de overheid meer grip krijgen op de warmtenetten, omdat het aantal huishoudens dat warmte via een warmtenet geleverd moet krijgen in 2030 moet zijn verdubbeld. Nu wordt nog steeds 90% van de woningen verwarmd met aardgas of andere fossiele energie.

7.3 Warmtekavels

Van belang is dus ook dat de gemeente warmtekavels aanwijst. Dat kan door op basis van de Transitievisie Warmte en een participatieproces een gebied binnen de gemeente aan te wijzen waarbinnen de wijken liggen waarvoor de gemeente een warmtenet of collectief warmtesysteem wil aanleggen als alternatief voor het gasnet. De gemeente kan zelf de omvang van een warmtekavel bepalen. In de conceptversie van de Wcw is opgenomen dat:

- De omvang zodanig is dat een collectief warmtesysteem op een doelmatige wijze kan worden aangelegd en geëxploiteerd
- De leveringszekerheid voldoende geborgd is
- De omvang dermate groot / robuust is dat er geen structurele afhankelijkheid van een ander collectief warmtesysteem zal ontstaan
- De omvang ook dermate is wijziging na vaststelling zoveel als mogelijk worden vermeden

Bij het bepalen van de omvang van de warmtekavel moeten de voornemens van de omliggende gemeenten voor warmtenetten worden betrokken, met name als een warmtekavel de gemeentegrenzen overschrijdt. Het besluit tot vaststelling van een warmtekavel moet vooralsnog door de provincie worden

getoetst, waarbij Gedeputeerde Staten een opdracht tot wijziging van de warmtekavel kunnen geven. Hiermee worden belangen buiten de gemeentegrenzen geborgd. Het besluit tot vaststelling van de warmtekavel komt op de negatieve lijst van bijlage 2 bij de Awb. Dit betekent dat er geen bezwaar en beroep openstaat tegen dit besluit.

7.4 Rollen voor en door de gemeente

Om de energietransitie vorm te geven en te stimuleren, kunnen voor een overheidsorganisatie in essentie vier rollen onderscheiden worden, te weten:

1. Men kan als ***facilitator*** ruimte geven aan particuliere initiatieven. De gemeente verleent de benodigde toestemmingen (vergunning, e.d.) voor de winnen van warmte middels aquathermie en toetsen het naleven van de gemaakte afspraken. Bij deze rol hoort ook dat het mogelijk wordt om de warmtewinning te realiseren op gemeentegronden. In deze rol is het voor de hand liggend dat de gemeente optreedt als bevoegd gezag voor de vergunningen (publiekrechtelijk) en als eigenaar van gronden voor het realiseren van de warmtewinning (privaatrechtelijk)
2. De gemeente kan ook een ***eigen warmtebedrijf oprichten*** en worden hierdoor (mede)eigenaar van een nutsbedrijf. Zij zijn daarmee verantwoordelijk voor het ontwerp, de aanleg en het beheer beheren, maar ook voor de exploitatie van de warmtewinning. Deze rol kan voor de hand liggen als een van de partijen tijdens de exploitatie de regie wil voeren
3. De gemeente kan als ***integrale aanbesteder*** met een marktpartij een overeenkomst aangaan om voor een bepaalde termijn warmte te winnen uit een afgebakend deel van het afval- of oppervlaktewatersysteem. Bij een dergelijke rol is het aanbestedingsrecht een belangrijk aandachtspunt, waarbij een dergelijke meer voor de gemeente lijkt te zijn weggelegd dan voor een waterschap. Als het warmtewinning uit het oppervlaktewater betreft zal het waterschap als beherende instantie nadrukkelijk betrokken moeten worden
4. De gemeente kan ook als ***(co)financier*** optreden, waarbij zij door middel van financiering de ontwikkeling van de warmtewinning stimuleren, ondersteunen en helpen realiseren. Op deze manier ontstaat een sluitende businesscase, omdat de ‘onrendabele top’ daardoor wordt afgedekt

Bij elke rol zal vaak sprake zijn van een bepaalde entiteit die de daadwerkelijke verantwoordelijkheid voor realisatie en exploitatie voor haar rekening neemt. De rol die de gemeente kiest, zal bepalen welke inbreng en bevoegdheid zij en ander partijen in de te vormen entiteit hebben.

7.5 Routekaart voor realisatie warmtenet

Om tot realisatie van bijvoorbeeld een warmtenet te komen, dienen een aantal stappen gezet te worden c.q. dienen een aantal besluiten genomen te worden.

Als eerste dient door de gemeente vastgesteld te worden of de technische en financiële resultaten van het haalbaarheidsonderzoek voldoende perspectief bieden om een volgende fase in te gaan. Toetsing aan de gemeentelijke duurzaamheidsdoelstellingen is hierbij een belangrijk criterium. Van belang is om vast te stellen of de realisatie van de uitgewerkte oplossing wezenlijk bijdraagt aan de gemeentelijke doelstellingen en ambities. Als besloten wordt dat er voldoende perspectief is en dat een volgende fase ingegaan kan worden, is het van belang om ook vast te stellen welke rol de gemeente in de verdere uitwerking van het project kan en wil vervullen. De rol van de gemeente, zoals in de vorige paragraaf

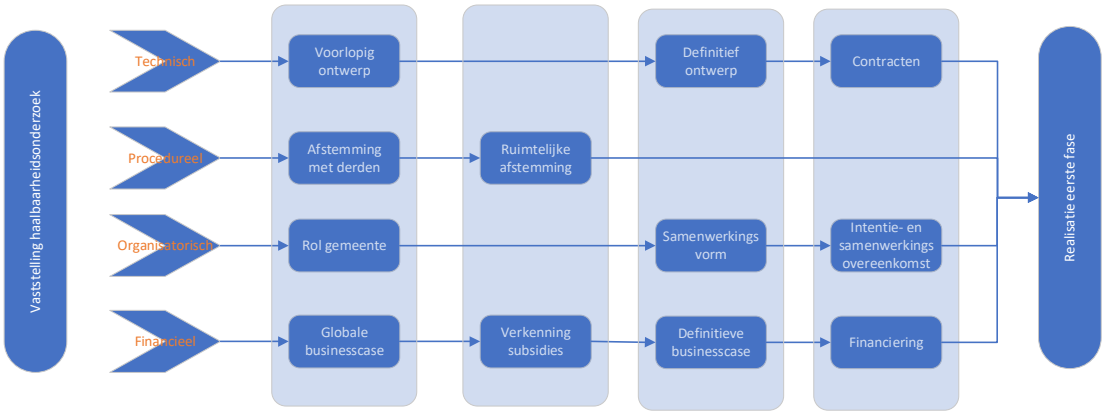
beschreven, zal bepalend en richtinggevend zijn voor de manier waarop de vervolgonderzoeken ingevuld dienen te worden en welke verantwoordelijkheden de gemeente hierin heeft en neemt.

Een volgende fase bestaat op hoofdlijnen uit een nadere uitwerking van de technische, procedurele, organisatorische en financiële aspecten. ***Technisch*** dient een nadere uitwerking van de systemen plaats te vinden, waarbij een zogenaamd voorlopig ontwerp (VO) en definitief ontwerp (DO) gangbare producten zijn. ***Procedureel*** dient met andere partijen afstemming plaats te vinden. Bij het toepassen van aquathermie wordt warmte onttrokken uit het oppervlaktewater. Hierover dient afstemming gezocht te worden met waterbeheerder. Maar ook binnen de gemeente dienen de nodige afstemmingen plaats te vinden. Voor de realisatie van het gehele systeem zijn een aantal faciliteiten met de nodige huisvesting vereist. Deze huisvesting dient enerzijds ontworpen te worden en anderzijds ook ruimtelijk ingepast te worden.

Organisatorisch is het van belang dat de gemeente en keuze maakt voor de rol (zoals omschreven in de vorige paragraaf), die zij in het geheel kan en wil vervullen. Afhankelijk van deze keuzen kunnen ook de andere rollen ingevuld worden. Bij het realiseren van een warmtenet kan op hoofdlijnen onderscheid gemaakt worden in 1) het opwekken van de warmte, 2) het transporten en distribueren van de warmte en 3) het afleveren van de warmte. Bij de bestaande warmtenetten zijn deze drie onderdelen vaak ondergebracht bij één entiteit. Het kabinetsvoornemen om 51% overheidsparticipatie bij de realisatie en exploitatie van warmtenetten te willen voorschijven zal per definitie een betrokkenheid van de gemeente inhouden. Steeds meer initiatieven laten zien dat het afzonderlijk (maar uiteraard in samenhang) organiseren van de drie genoemde onderdelen door aparte entiteiten, meer tegenmoet komt aan de maatschappelijke wens. Ook hierin dient de gemeenten een keuze te maken en in te vullen, wat consequenties zal hebben op de betrokkenheid van partijen in de warmteketen.

En tenslotte is ook het ***financiële*** aspect van belang. Enerzijds als het gaat om de financiering van de onrendabele top, maar anderzijds ook voor wat betreft de beoogde rendementen. In de traditionele organisatievorm, zoals hiervoor beschreven worden vaak hogere rendementseisen gesteld, dan in de samengestelde organisatievorm. Deze rendementseisen kunnen een flinke impact hebben op de financiering en daarmee op de businesscase. Daarnaast is er bij bronnetten geen sprake van inkomsten als gevolg van het afleveren van GJ's warmte, maar alleen van het ter beschikking stellen van een faciliteit; het bronnet. Voor dit laatste kan een vastrechtvergoeding gevraagd en in rekening gebracht worden.

De bovenstaande aspecten zijn in Figuur 7.1 schematisch weergegeven.



Figuur 7.1: Schematische weergave routekaart realisatie warmtenet

8 Conclusie en aanbevelingen

Uit het onderzoek komt naar voren dat thermische energie uit het oppervlaktewater (TEO) toegepast kan worden in Leusden. Het Valleikanaal beidt genoeg warmte om het hele beschouwde gebied van warmte te voorzien.

8.1 Warmte uit het Valleikanaal

Warmtewinning uit het Valleikanaal in combinatie met WKO is technisch en economisch gezien een goede oplossing om een deel van Leusden duurzaam te verwarmen. Uit de technische analyse blijkt dat er een groot potentieel aan warmte aanwezig is in het Valleikanaal.

Het basis scenario (vollooppercentage 70%, inclusief WIS subsidie) dat is doorgerekend geeft voor het bronnet een positieve businesscase. Een belangrijke factor hierbij is de WIS subsidie, waardoor een groot aandeel van de investeringskosten kan worden gedekt. Zonder deze WIS subsidie is een warmte-net niet haalbaar.

Voor een MT-net geeft het basis scenario geen positieve businesscase. De investering in het geval van een MT-net zijn significant hoger, en daarmee ook het risico dat het niet wordt terugverdiend. Onder bepaalde voorwaarden is een positieve businesscase echter wel mogelijk. Uit de scenario's blijkt vooral dat het volloopscenario van groot belang is. Als 90% van de woningen aansluit is de businesscase zeer positief. Een voordeel bij een MT-net is dat de SDE++ subsidie kan worden aangevraagd. Als deze wordt toegekend levert het MT-net ook een haalbare businesscase bij een vollooppercentage van 70%.

Bij de businesscase voor de bewoners geldt dat op lange termijn de investeringskosten worden terugverdiend ten opzichte van het gas scenario. Op de korte termijn zijn echter grote investeringen nodig die niet elke bewoner zal kunnen betalen. Extra subsidie of korting (vanuit de gemeente) voor de investering en het jaarlijks vastrecht dient hierbij onderzocht te worden. De investering om aan te kunnen sluiten op het MT-net is goed terug te verdienen als de warmteprijs omlaag kan (< EUR 40,00/GJ excl. BTW), wat goed mogelijk is wanneer de warmteleverancier SDE++ subsidie ontvangt.

De isolatiekosten voor oudere woningen zijn hoog. Wij bevelen daarom aan om te onderzoeken op welke manier de bewoners hierin geholpen kunnen worden. Ook is het van belang te inventariseren hoeveel woningen geïsoleerd dienen te worden en welke maatregelen per woning nodig zijn. Dit is ook van belang om de warmtevraag te concretiseren voor de dimensionering van het warmtenet (nu hebben we gerekend met kentallen).

Wij bevelen aan om de businesscase te berekenen in combinatie met een aardgas/groen gasketel voor de piek en back-up (en hybride warmtepompen voor het bronnet). Ook al is de doelstelling aardgasvrij; dit scenario kan de businesscase op korte termijn verbeteren.

Daarnaast is er een aantal optimalisaties mogelijk in het systeem:

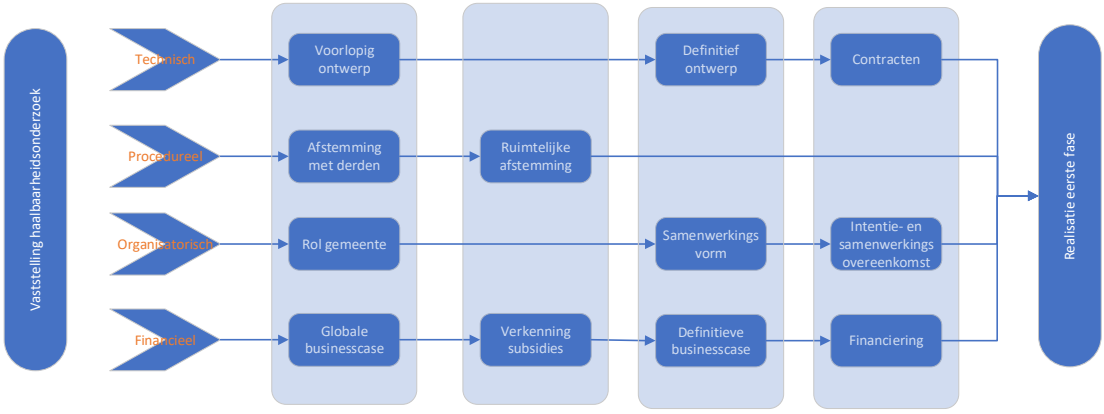
- Optimalisatie grootte en locatie WKO en bepalen interferentie bestaande systemen
- Bepalen locatie warmteoverdrachtstations en locatie voor collectieve warmtepompen
- Bepalen aantal TEO systemen en aantal uur warmtewinning

Ook dient bekeken te worden wat de meest ecologisch verantwoorde locatie voor de TEO systemen is en wat de positieve en negatieve ecologische effecten van TEO zijn in het Valleikanaal. Hieronder valt een verkenning met het waterschap in welke periodes warmte gewonnen zou kunnen worden.

Een laatste aandachtspunt is dat een MT-net ten opzichte van een bronnet een stuk meer warmte verliest in de leidingen (tot wel 18%). Dit moet worden gecompenseerd door meer warmte te winnen uit het oppervlaktewater, en meer warmte op te slaan in de bodem. Verder moet de warmtepomp harder werken om de benodigde temperaturen te bereiken waardoor deze een lager rendement haalt. Om die reden bespaart een bronnet de meeste energie en daarmee CO_2 uitstoot (59% reductie voor een bronnet, en slechts 17% voor een MT-net op basis van huidige CO_2 emissie factoren). In het kader van duurzaamheid kan dit nog een belangrijke afweging zijn.

8.2 Routekaart voor realisatie warmtenet

Om tot realisatie van bijvoorbeeld een warmtenet te komen, dient een aantal stappen gezet te worden. Dit haalbaarheidsonderzoek kan als basis dienen voor de verdere besluitvorming en de te nemen stappen, zoals weergegeven in de onderstaande figuur.



Het huidige haalbaarheidsonderzoek biedt technisch en financieel voldoende basis om de nodige vervolgstappen te kunnen zetten. Afstemming met derden dient hierbij vorm gegeven te worden, waarbij naast afstemming met het waterschap en de netbeheerder, ook afstemming c.q. participatie met de burgers een belangrijk aspect is. Dit laatste zal onder meer inzicht geven in het draagvlak en daarmee in de aansluitbereidheid. Dat vertaalt zich in een meer realistisch volloopscenario.

Het meest belangrijk is echter de rol die de gemeente kan en wil vervullen in het geheel. Deze zal grotendeels bepalend zijn voor de te nemen acties en activiteiten van het vervolgtraject.