



Haalbaarheidsonderzoek Gulden Energie

De RWZI als warmtebron voor Aarle-Rixtel en De Eeuwsels

Waterschap Aa en Maas
Gemeente Helmond
Gemeente Laarbeek

1 december 2022

Project	Haalbaarheidsonderzoek Gulden Energie
Opdrachtgever	Waterschap Aa en Maas Gemeente Helmond Gemeente Laarbeek
Document	De RWZI als warmtebron voor Aarle-Rixtel en De Eeuwsels
Status	Definitief
Datum	1 december 2022
Referentie	130784/22-017.381
Projectcode	130784
Projectleider	ir. M.F.B. van der Werf
Projectdirecteur	ir. M.J.T. Scheres
Auteur(s)	ir. C.G.J. Hügel, ir. I.J. Kil
Gecontroleerd door	ir. A.H.J. van Kuijk
Goedgekeurd door	ir. M.F.B. van der Werf (b/a ir. A.H.J. van Kuijk)
Paraaf	
Adres	Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. Leeuwenbrug 8 Postbus 233 7400 AE Deventer +31 (0)570 69 79 11 www.witteveenbos.com KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

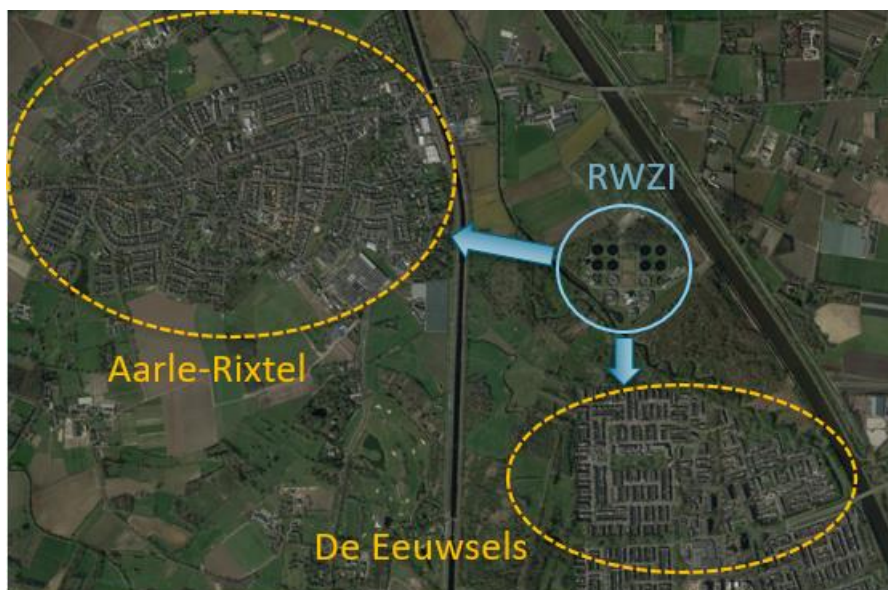
	SAMENVATTING	5
1	INLEIDING	9
1.1	Projectgebied Gulden Energie en onderzoeksvragen	9
1.2	Opzet onderzoek en leeswijzer	10
1.3	Begrippenlijst	11
2	WARMTEBRONNEN EN WARMTEOPSLAG	12
2.1	Voorselectie bronnen en opslag	12
2.2	Verdieping potentiële bronnen en warmteopslag	15
2.2.1	Basislast-bronnen	16
2.2.2	Middenlast-bronnen	21
2.2.3	Pieklast-bronnen	26
2.3	Warmteopslag	27
2.4	Overzicht kansrijke bronnen en opslag	30
3	WARMTE-AFZETGEBIEDEN	32
4	WARMTEBRON COMBINATIES	35
5	SCENARIO-ANALYSE	37
5.1	Warmtenetkosten per warmte-afzetgebied	37
5.2	Bronkosten per scenario	39
5.3	Basis businesscase per scenario	41
6	EVALUATIE VAN SCENARIO'S	45
7	VOORKEURSVARIANT: SCHETSONTWERP, BUSINESSCASE EN MKBA	48
7.1	Schetsontwerp	48
7.2	Businesscase	51

7.3	Maatschappelijke kosten baten analyse van een collectief warmte systeem	58
8	JURIDISCHE EN ORGANISATORISCHE OVERWEGINGEN	60
8.1	Inleiding	60
8.2	Situatie onder huidig recht	60
8.3	Situatie onder toekomstig recht	64
8.4	Evaluatie	65
9	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	66
9.1	Conclusies	66
9.2	Aanbevelingen	68
	Laatste pagina	69
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Uitgangspunten warmte en vermogensvraag	3
II	Uitgangspunten systeemvarianten	2
III	Kostenraming en businesscase	5
IV	Toelichting restwarmte potentie Artex b.v	1
V	MKBA	6

SAMENVATTING

Het initiatief Gulden Energie beoogt een duurzame, warmtevoorziening te ontwikkelen voor de dorpskern Aarle-Rixtel (Gemeente Laarbeek) en de buurt De Eeuwsels (Gemeente Helmond). Het projectteam Gulden Energie, bestaande uit het waterschap Aa en Maas, Gemeente Laarbeek en Gemeente Helmond, heeft aan Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs gevraagd om nader te onderzoeken of een collectieve warmtevoorziening op basis van warmte uit effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) Aarle-Rixtel hiervoor een kansrijke optie is.

Afbeelding 1 Projectlocatie Gulden Energie: Aarle-Rixtel, De Eeuwsels en de RWZI van Waterschap Aa en Maas



De hoofdvraag is: 'Hoe kan een collectieve warmteoplossing, met RWZI Aarle-Rixtel als startmotor, een haalbaar én gedragen scenario zijn voor lokale, duurzame warmte in Aarle-Rixtel en/of De Eeuwsels?'. Uit deze hoofdvraag is voor het onderzoek een aantal onderzoeksvragen vastgesteld, die hierna worden behandeld.

De antwoorden zijn met name richtinggevend van aard, waarbij de volgende uitgangspunten gelden:

- het onderzoek is bedoeld om inzicht te geven, waarop keuzes gemaakt kunnen worden;
- de onderzoekers bepalen niet wat er verder moet gebeuren, dat is aan de gemeentes;
- als besloten wordt dat er een warmtenet komt, is er vooralsnog geen verplichting om aan te sluiten.

Is één collectief warmtesysteem voor beide gebieden (economisch) voordeliger, dan dat iedere gemeente apart een oplossing voor duurzame warmte ontwikkelt?

Eén collectief warmtesysteem voor zowel De Eeuwsels als Aarle-Rixtel is economisch voordeliger. Dubbelingen in installaties, warmtetransportnet en grondbeslag kunnen worden voorkomen wanneer beide gebieden gebruik maken van een gezamenlijk collectief warmtesysteem. Tevens kan een deel van het warmtetransportnet worden gebruikt om beide gebieden van warmte te voorzien.

Is een schaalbare warmtefabriek in dit gebied haalbaar?

Een verdere opschaling van de warmtefabriek is mogelijk:

- 1 er kan meer warmte uit het effluent gewonnen worden dan noodzakelijk is voor de warmtevoorziening van Aarle-Rixtel en De Eeuwsels;
- 2 verdere opschaling kan mogelijk worden gemaakt door effluentwarmte ook in de zomer te winnen en tijdelijk op te slaan met seizoensopslag (zoals een WKO). Hierdoor kan in de winter meer warmte worden geleverd met een warmtepomp;
- 3 verdere opschaling van de warmtefabriek kan mogelijk worden gemaakt door ook andere duurzame warmtebronnen te benutten, zoals luchtwarmtepompen of Thermische energie uit Oppervlaktewater (TEO) in combinatie met seizoensopslag (zoals een WKO).

Het is zonder meer haalbaar om de eerste optie te benutten geven, zolang rekening wordt gehouden met de (specifieke) richtlijnen van het waterschap/RWS voor warmtewinning uit effluent. De tweede en derde optie zijn technisch en economisch haalbaar, maar vereisen nader onderzoek naar de mogelijkheden van seizoensopslagfaciliteiten.

Afbeelding 2 Omlijning van het beoogde afzetgebied in De Eeuwsels (boven) en Aarle-Rixtel (onder)



Waar kan het beste gestart worden?

Als duurzaamheidsoverwegingen de doorslag geven, vormt het starten in zowel De Eeuwsels als Aarle-Rixtel de beste keuze. Als technische en economische overwegingen de doorslag geven, vormt De Eeuwsels de beste startbuurt.

Welk warmtesysteem heeft de voorkeur?

In alle gevallen is een warmtepomp op basis van effluent in combinatie met een piekvoorziening de beste optie. Voor de piekvoorziening kan worden ingezet op een gasketel of e-boiler. Als duurzaamheid en onafhankelijkheid van aardgas zwaarwegende argumenten zijn, dan heeft de e-boiler de voorkeur. Vanuit economisch perspectief heeft een gasketel de voorkeur.

Afbeelding 3 Werking van een warmtenet



Welke mogelijke rollen kunnen de diverse stakeholders in de warmteketen vervullen?

Onder het huidige recht bestaan er vier organisatievormen die bepalend zijn voor de rol die partijen (het waterschap en de beide gemeenten) kunnen nemen:

- 1 via vergunning verlening;
- 2 via concessieverlening;
- 3 via de oprichting van een gemeentelijk warmtebedrijf;
- 4 via een publiek-private samenwerkingsvorm.

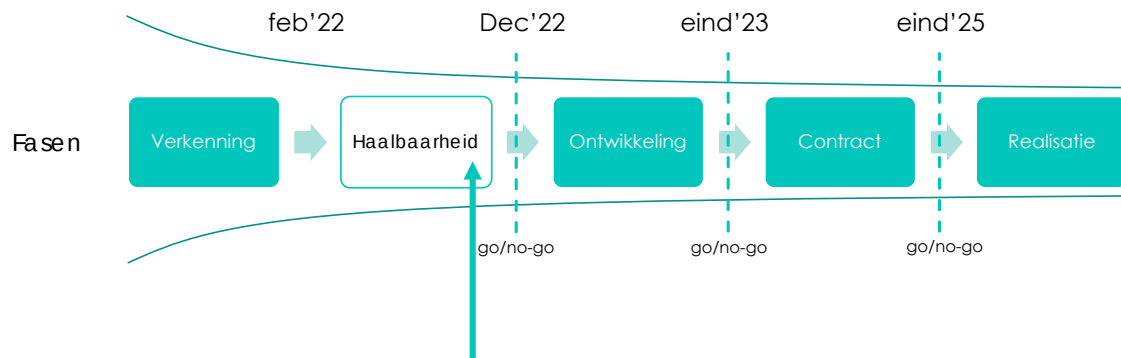
De Minister voor Klimaat en Energie werkt momenteel aan de Wet collectieve warmtevoorziening (WCW), waarin publiek eigendom van warmtenetten mogelijk verplicht wordt gesteld. Het wetsvoorstel wordt in mei 2023 behandeld door de Tweede Kamer. Als dit wetsvoorstel doorgang vindt, komt een accent te liggen op organisatievorm 3: een gemeentelijk warmtebedrijf. In dat geval richt de gemeente een rechtspersoon op die verantwoordelijk is voor de aanleg, beheer en exploitatie van het warmtenet. Het waterschap kan participeren in het gemeentelijk warmtebedrijf (bijvoorbeeld als producent van warmte). Met deze constructie heeft de gemeente de regie over het warmtenet en kan zij bijvoorbeeld zelf de tarieven bepalen, maar is zij ook zelf verantwoordelijk voor alle risico's. Ook dient te worden gewaarborgd dat er binnen de gemeente voldoende kennis en expertise in huis is om deze regierol ook succesvol te vervullen.

Als de WCW in werking treedt (dit is nu voorzien op 1 juli 2024), mag de gemeente een warmtekavel aanwijzen en een warmtebedrijf aanwijzen dat het exclusieve recht (en de plicht) heeft om een collectief warmtesysteem te realiseren in de warmtekavel. Dit warmtebedrijf (bijvoorbeeld het gemeentelijke warmtebedrijf) is dan integraal verantwoordelijk voor de gehele warmteketen.

Wat zijn de vervolgstappen?

De processtappen die de drie initiatiefnemers voor ogen hebben, zijn als volgt:

Afbeelding 4 De processtappen



De uitkomsten van het onderzoek en het advies van het projectteam Gulden Energie worden bestuurlijk aan de drie betrokken organisaties voorgelegd. Dit vormt het GO/NO-GO moment voor de eventuele ontwikkeling van het voorkeursscenario.

INLEIDING

Het initiatief Gulden Energie heeft de wens om een duurzame, warmtevoorziening te ontwikkelen voor de dorpskern Aarle-Rixtel (Gemeente Laarbeek) en de buurt De Eeuwsels (Gemeente Helmond). Een verkennend onderzoek¹ heeft aangetoond dat een collectieve warmtevoorziening op basis van warmte uit effluent van RWZI Aarle-Rixtel lagere maatschappelijke kosten kent voor zowel Aarle-Rixtel als De Eeuwsels dan andere alternatieven. Het onderzoek liet ook zien dat de RWZI Aarle-Rixtel niet voldoende warmte kan leveren voor beide gebieden. Het projectteam Gulden Energie² heeft Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs gevraagd om hier nader onderzoek naar te doen.

Dit rapport heeft als doel de hoofdvraag te beantwoorden: 'Hoe kan een collectieve warmteoplossing, met RWZI Aarle-Rixtel als startmotor, een haalbaar én gedragen scenario zijn voor lokale, duurzame warmte in Aarle-Rixtel en/of De Eeuwsels?'

Het rapport gaat onder andere in op de volgende gestelde onderzoeksvragen, afgeleid van de hoofdvraag:

- 1 is één collectief warmtesysteem voor beide gebieden (economisch) voordeliger, dan dat iedere gemeente apart een oplossing voor duurzame warmte ontwikkelt?
- 2 is een schaalbare warmtefabriek in dit gebied haalbaar? Zo ja, wat is het beste start- en toekomstscenario (technisch, economisch, ruimtelijk, juridisch, governance);
- 3 welke mogelijke rollen kunnen de diverse stakeholders in de warmteketen vervullen?

1.1 Projectgebied Gulden Energie en onderzoeksvragen

In afbeelding 1.1 is het projectgebied oranje en groen omlijst, bestaande uit respectievelijk de wijken/dorpskernen Aarle-Rixtel en De Eeuwsels. In blauw omlijnd bevindt zich de RWZI van Aa en Maas.

¹ DNV-GL Verduurzaming omgeving rondom RWZI, in opdracht van Waterschap Aa en Maas, gemeente Laarbeek en gemeente Helmond, 08-07-2022

² het projectteam Gulden Energie bestaande uit het Waterschap Aa en Maas, gemeente Laarbeek en gemeente Helmond

Afbeelding 1.1 Projectlocatie Gulden Energie: Aarle-Rixtel, De Eeuwsels en de RWZI van Waterschap Aa en Maas



1.2 Opzet onderzoek en leeswijzer

Hieronder vindt u een beschrijving van onderzoeksopzet die tevens dient als leeswijzer.

Hoofdstuk 2 Voorselectie potentiële bronnen

Dit hoofdstuk maakt een voorselectie van alle mogelijke warmtebronnen binnen of in de nabijheid van het projectgebied. Kansrijke bronnen en opslagtechnieken zijn in meer detail beschreven als basislast-bronnen, middenlast-bronnen, pieklast-bronnen en warmteopslag. Daarnaast worden bronnen en opslagtechnieken gekarakteriseerd op duurzaamheid, ruimtelijke impact en kosten.

Hoofdstuk 3 Afzetgebieden

In dit hoofdstuk worden de mogelijke afzetgebieden voor de warmte gedefinieerd. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie gebieden; Aarle-Rixtel, De Eeuwsels en de combinatie van deze twee. Het hoofdstuk bevat een toelichting en advies voor de keuze van woningen en utiliteitsgebouwen in de verschillende wijken.

Hoofdstuk 4 Warmtebroncombinaties

Op basis van de warmtebronnen die zijn vastgesteld in de verdiepfingsfase (zie hoofdstuk 2), zijn zes combinaties van warmtebronnen opgesteld, die in dit hoofdstuk nader toegelicht.

Hoofdstuk 5 Scenario-analyse

In dit hoofdstuk wordt een scenarioanalyse uitgevoerd. Daarbij zijn 18 scenario's (3 afzetgebieden en 6 warmtebroncombinaties) vergeleken op basis van warmtenetkosten, bronkosten (EUR/GJ), Bijdrage Aansluitkosten (BAK), CO₂- en NO_x-emissie. Voor het bepalen van de bijdrage aansluitkosten is per scenario een basis businesscase opgesteld. De kosten en inkomsten, die dienen als input voor de businesscase, zijn nog niet tot in detail uit te werken en berusten nog op verscheidene aannames.

Hoofdstuk 6 Scenario evaluatie

In dit hoofdstuk worden uitkomsten uit de scenarioanalyse van hoofdstuk 5 geanalyseerd. Daarnaast wordt een antwoord gegeven op 2 van de 3 gestelde onderzoeksvragen:

- 1 is één collectief warmtesysteem voor beide gebieden (economisch) voordeliger dan dat iedere gemeente apart een oplossing voor duurzame warmte ontwikkelt?
- 2 is een schaalbare warmtefabriek in dit gebied haalbaar? Zo ja, wat is het beste start- en toekomstscenario (technisch, economisch, ruimtelijk, juridisch, governance).

Hoofdstuk 7 Voorkeursvariant: schetsontwerp, businesscase en MKBA

In dit hoofdstuk wordt de voorkeursvariant uit de scenario analyse verder uitgediept. Het schetsontwerp wordt herzien en de kosten van het warmtenet wordt op detail niveau in kaart gebracht. De businesscase voor een mogelijke exploitant geeft inzicht in de onrendabele top en het effect van de ontwikkelsnelheid en het type piekboiler hierop. De MKBA vergelijkt de maatschappelijke kosten en baten van een collectief warmtenet met individuele warmteoplossingen.

Hoofdstuk 8 Juridische en organisatorische overwegingen

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de derde gestelde onderzoeksvraag: welke mogelijke rollen kunnen de diverse stakeholders in de warmteketen vervullen?

Om antwoord te geven op deze vraag worden de verschillende manieren om een warmtenet te regelen onder de huidige Warmtewet toegelicht en de veranderingen onder de WCW geschetst.

Hoofdstuk 9 Conclusies over onderzoeksvragen

In dit hoofdstuk worden de conclusies getrokken over de gestelde onderzoeksvragen

1.3 Begrippenlijst

Tabel 1.1 Toelichting begrippen

Begrip	Definitie
basislast-bron	Vult grootste deel van de warmtevraag in en staat continue aan. Investeringskosten zijn normaliter hoog maar energiekosten laag
middenlast-bron	Vult basislastbron aan indien nodig en is idealiter regelbaar
pieklastbron	Springt enkel bij tijdens een hoge warmtevraag. Investeringskosten zijn laag waardoor er grote vermogens geplaatst kunnen worden. Energiekosten zijn relatief hoog. Bron moet goed regelbaar zijn
WKO	In een warmte-koudeopslag (WKO)-installatie wordt bodemenergie gebruikt voor het verwarmen en koelen van gebouwen
regeneratiebron	Vaak is de warmtevraag hoger dan de koudevraag waardoor er een koudeoverschot ontstaat in een WKO. Dit kan een negatief effect hebben op de werking en het rendement van een WKO installatie. Daarom is er een warmtebron nodig om de WKO te regenereren
lagetemperatuur verwarming	circa 50 °C aanvoertemperatuur
middentemperatuur verwarming	circa 70 °C aanvoertemperatuur
hogetemperatuur verwarming	circa 90 °C aanvoertemperatuur
afzetgebied	Gebied waarin de huizen een aansluiting tot het warmtenet krijgen
BAK/onrendabele top	Bijdrage aansluitkosten. De BAK wordt bepaald door de onrendabele top te verdelen over het aantal aansluitingen. De onrendabele top moet gedekt worden, door bijvoorbeeld subsidies of de gemeente, om de businesscase voor een exploitant rendabel te maken
TEA	Thermische energie uit afvalwater. Hierbij wordt een warmtepomp gebruikt om afvalwater op een hogere temperatuur te krijgen. De warmte uit het water zorgt voor een efficiëntere omzetting dan gebruik van buitenlucht. Bij Gulden Energie wordt gekeken naar gebruik van het gezuiverde afvalwater, effluent.
TEO	Thermische energie uit oppervlaktewater. Hierbij wordt een warmtepomp gebruikt om oppervlaktewater op een hogere temperatuur te krijgen. De warmte uit het water zorgt voor een efficiëntere omzetting dan gebruik van buitenlucht.
WCW	Wet Collectieve Warmtevoorziening

2

WARMTEBRONNEN EN WARMTEOPSLAG

Een inventarisatie van warmtebronnen in (de nabijheid van) het projectgebied leverde een lijst op van dertien warmtebronnen en drie grootschalige warmteopslag technieken. Tabel 2.1 geeft een samenvatting van de voorselectie van warmtebronnen. Tabel 2.2 geeft een samenvatting van de beschouwde warmteopslagtechnieken.

2.1 Voorselectie bronnen en opslag

Warmtebronnen

Van de dertien onderzochte warmtebronnen gaan er zes mee naar de verdiepingsfase:

- 1 thermische energie uit afvalwater (TEA) van de RWZI (startmotor van de warmteoplossing);
- 2 thermische energie uit oppervlaktewater (TEO);
- 3 lucht warmtepomp;
- 4 zonthermie;
- 5 piekketel op aardgas of groengas;
- 6 piekketel op stroom.

De overige zeven warmtebronnen zijn afgefallen voor de verdiepingsfase. Tabel 2.1 geeft een korte toelichting waarom deze warmtebronnen niet verder worden onderzocht.

Tabel 2.1 Voorselectie potentiële warmtebronnen

Onderzochte bronnen	Type bron	Realistisch vermogen (MW _{th})	Door naar verdiepingsfase? (ja/nee)
warmte uit effluent RWZI (TEA)	basislast	8 MW _{th} (mogelijk nog schaalbaar)	ja, is de hoofdbron voor het warmtenet. Kan afhankelijk van geïnstalleerd vermogen naast basislast ook als middenlast dienen
TEO	regeneratiebron van een WKO in de zomer	2-6 MW _{th}	ja, net als voor TEA hangt het potentiële vermogen af van de toegestane uitkoeling van het oppervlaktewater
lucht warmtepomp	middenlast/ regeneratiebron in de zomer	schaalbaar	ja, kan als basis of middenlast dienen als alternatief voor TEO
biomassa	basis-/middenlast	niet van toepassing	nee, biomassa wordt door de gemeente Laarbeek en gemeente Helmond niet gezien als een wenselijke/ duurzame warmtebron en is daarom niet meegenomen in deze studie

Onderzochte bronnen	Type bron	Realistisch vermogen (MW _{th})	Door naar verdiepingsfase? (ja/nee)
geothermie	basislast	niet van toepassing	nee , voor dit project niet haalbaar. Gemeentes zijn wel bezig met potentie in kaart brengen voor toekomst, maar de verwachting is dat er op de korte tot middellange termijn geen geothermiebron ontwikkeld zal (kunnen) worden
zonthermie	regeneratiebron in de zomer	70 MW _{th} (op basis van 14,5 ha)	ja , mits gronden kunnen worden aangekocht van lokale agrariërs
restwarmte Bavaria (Lieshout)	basislast	niet van toepassing	nee , op korte termijn is geen restwarmte beschikbaar ¹ . Het restwarmte potentieel is beperkt omdat de meest restwarmte door Bavaria al lokaal wordt gebruikt en opgewaardeerd met een warmtepomp. Op lange termijn verdient een koppeling met de nabije Lieshout de voorkeur
restwarmte Artex	basislast	0,5-1,0 MW _{th}	nee , te kleine warmtepotentie en geen continue productie. Mogelijke kans voor aanvulling of optimalisatie van het warmtesysteem om later mee te nemen. Zie bijlage IV voor toelichting
biogas-WKK's RWZI	midden of basislast	niet van toepassing	nee , bij de RWZI zijn geen WKK's aanwezig. Doordat er lokaal geen biogas wordt geproduceerd is er ook geen potentie om deze te plaatsen
piekkel op aardgas	pieklast	0-24 MW _{th} , schaalbaar	ja , aardgas kan dienen als brandstof voor een piekkel
piekkel op groengas	pieklast	niet van toepassing	nee , want er is geen zicht op directe afname van groengas uit de omgeving/de RWZI. Slib afkomstig uit het zuiveringsproces wordt getransporteerd naar RWZI Den Bosch ('de energiefabriek'), waar het slib wordt vergist tot biogas. Het merendeel van het biogas wordt geleverd aan Heineken en afvalstoffendienst Den Bosch
piekkel op stroom	pieklast	0-24 MW _{th} - schaalbaar	ja , maar mogelijk alleen als back-up voorziening voor een piekkel op aardgas
warmtenet Helmond	basislast	niet van toepassing	nee , een uitbreiding van of connectie met het warmtenet van Ennatuurlijk valt buiten de scope van dit onderzoek

Warmteopslag

Van de vier onderzochte warmteopslag technieken gaan er twee door naar de verdiepingsfase:

- 1 warmtebuffer in tank;
- 2 warmte-koudeopslag (WKO).

Hoge temperatuur opslag (HTO) en Pit Thermal Energy Storage (PTES) zijn afgefallen voor de verdiepingsfase. Hieronder een toelichting daarop. Tabel 2.2 geeft een samenvatting van de beschouwde warmteopslagtechnieken.

¹ Transitievisie Warmte gemeente Laarbeek

PTES

Grootschalige Pit Thermal Energy Storage (PTES) is vaker succesvol toegepast in Denemarken en is aantrekkelijk vanwege de relatief lage kosten. Een belangrijke barrière voor aanleg van PTES systemen op de projectlocatie is de hoge grondwaterstand, die de afgelopen 10 jaar tussen 0,5 en 1,5 m-mv (meter beneden maaiveld)¹. De hoge grondwaterstand is om de volgende redenen problematisch:

- constructie van een pit met een gebruikelijke diepte van 5-15 m-mv is uitdagend in een gebied met een hoge grondwaterstand;
- de zijanten en onderkant van een PTES systeem zijn niet geïsoleerd. Door de hoge grondwaterstand zullen de warmteverliezen daardoor oplopen;
- de warmte-uitstraling naar de grondlaag heeft een negatief ecologisch effect, wat in de context van de natuurgebieden (EHS) waarschijnlijk niet wenselijk/ toegestaan is.

PTES is voorsnig enkel toegepast op plekken met een lage grondwaterstand. Het Deense ontwerp/ concept kan niet één op één worden gekopieerd naar Nederland, omdat in het ontwerp en constructie expliciet rekening moet worden gehouden met de hoge grondwaterstanden. De techniek is daarom nog niet geschikt voor grootschalige toepassing in Nederland.

HTO

Een HTO is een open bodemenergiesysteem waarbij warmte op een temperatuur hoger dan 25 °C wordt opgeslagen. Een dergelijke temperatuur is momenteel niet toegestaan in het kader van de Waterwet en Wijzigingsbesluit Bodemenergiesystemen. Het is mogelijk hiervan af te wijken, zolang het belang van de bescherming van de bodem zich daartegen niet verzet. Dit laatste is voor de provincie Noord-Brabant een belangrijk aandachtspunt. Zo geldt momenteel voor heel de provincie dat voor bodemenergiesystemen dieper dan 80 m-mv geen vergunningen worden verleend, vanwege de vermeende risico's voor de bodem- en grondwaterkwaliteit. Dit maakt toepassing van een HTO in diepere grondlagen voorsnig niet mogelijk. De toepassing van een HTO in ondiepere grondlagen (0-80 m-mv) is niet wenselijk, omdat er een (groot) risico bestaat op uitstraling van warmte naar bovenliggende lagen en het oppervlak, wat kan zorgen voor negatieve ecologische gevolgen.

Tabel 2.2 Voorselectie potentiële warmteopslagtechnieken

Onderzochte opslagtechnieken	Type opslagtechniek	Realistisch vermogen (MW _{th})	Door naar verdiepfingsfase (ja/nee)
warmtebuffer in tank	kleinschalig	schaalbaar	ja
WKO	grootschalig	0,7-1 MW _{th} per doublet	ja, kan seizoen afhankelijkheid van TEO en eventueel TEA overbruggen
HTO	grootschalig	niet van toepassing	nee, HTO is niet mogelijk. Inpassing van een HTO is in strijd met grondwaterbeschermingsbeleid
PTES	grootschalig	niet van toepassing	nee, grootschalige warmteopslag met een PTES is in Nederland slecht toepasbaar door de hoge grondwaterstand wat leidt tot hoge warmteverliezen

¹ DINOloket, Grondwatermonitoringput BRO, Bro-ID: GMW000000022693. Locatie ter hoogte van de RWZI

2.2 Verdieping potentiële bronnen en warmteopslag

In deze paragraaf vindt een verdieping plaats op de warmtebronnen en warmteopslagtechnieken die in de vorige paragraaf zijn geselecteerd. In deze verdiepfingsfase worden de bronnen naast de technische karakteristieken ook beoordeeld op criteria, onderverdeeld in de categorieën duurzaamheid, ruimtelijke impact, omgeving en kosten.

Warmtevraag

In deze analyse wordt gekeken naar de warmtevraag van het dorp Aarle-Rixtel (Gemeente Laarbeek) en van de wijk De Eeuwsels (Gemeente Helmond), alsook naar de gecombineerde warmtevraag. De warmtevraag voor de woningen is gebaseerd op het temperatuurgecorrigeerde aardgasverbruik voor het jaar 2020¹. Het gasverbruik per woning is uitgesplitst in verbruik voor ruimteverwarming, tapwater en koken. Hierdoor kan er gecorrigeerd worden voor het opwekrendement van de ruimteverwarming en warm tapwater rendement, waarmee een functionele warmtevraag voor het warmtenet is bepaald. Daar komt nog een functionele warmtevraag van de utiliteiten bij. Deze is bepaald gebaseerd op het aantal m² dat per utiliteittype aanwezig is in Aarle-Rixtel en De Eeuwsels en kentallen van de verwachte gemiddelde warmtevraag, voor ruimteverwarming en tapwater, per type utiliteit².

De warmteverliezen van een MT-warmtenet³ worden aangenomen op 30 %. Daarnaast is aangenomen dat 80 % van de warmtevraag van het warmtenet wordt geleverd door één of meerdere midden- of basislast-bronnen en 20 % door een piekkel. Bij de meeste type warmtebronnen is de temperatuur van de bron te laag, waardoor enkel in combinatie met een warmtepomp warmte kan worden geleverd. Tabel 2.3 geeft aan hoe groot de totale warmtevraag is die aan de warmtepomp geleverd moet worden door de bron/bronnen, uitgaande van een warmtepomp rendement (SCOP) van 3,9, gebaseerd op een gemiddelde brontemperatuur van 16 °C en een MT-warmtenet dat bedreven wordt op 70 °C aanvoer en 40 °C retour.

Tabel 2.3 Warmtevraag van warmtepomp aan warmtebron

Warmtevraag	Aarle-Rixtel	De Eeuwsels	Beide
MWh/jaar	25.000	14.000	39.000
TJ/jaar	91	50	141

Toelichting keuze MT-warmtenet

In de warmtevraag analyse wordt uitgegaan van een MT-warmtenet met een aanvoer van 70 °C en een retour van 40 °C. Bij een aanvoer temperatuur van 70 °C zijn huidige radiatoren nog steeds bruikbaar en het systeem vraagt om minder vergaande isolatie. Dit maakt de instapdrempels voor bewoners lager omdat kosten en huisaanpassingen beperkter zijn dan voor lagere temperaturen warmtenetten. De besparingen op systeemkosten bij gebruik van lagere temperaturen zijn naar verwachting kleiner dan de extra isolatiekosten. Het gebruik van MT-warmtenet is vrij standaard en wordt ook gebruikt bij andere projecten waarbij effluent als warmtebron wordt gebruikt, zoals Zandweerd (Deventer), Kerschoten (Apeldoorn) en Gildenwijk (Gorinchem).

Warmtevraagprofiel

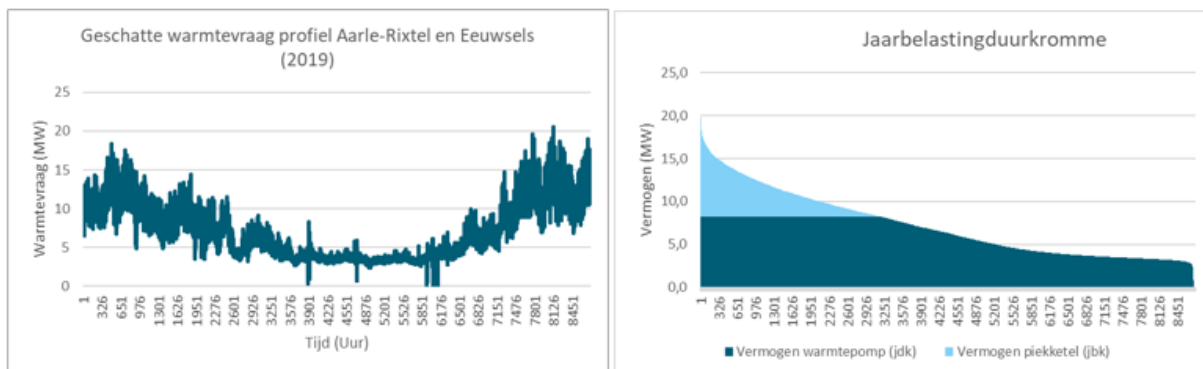
In afbeelding 2.1 is het geschatte warmtevraagprofiel gegeven voor de projectlocatie. Het profiel is een eerste benadering en is gebaseerd op een model warmtevraag profiel van het jaar 2019. Daarnaast is ook een Jaarbelastingduurkromme weergegeven. Deze geeft het gevraagde vermogen van de warmtepomp en piekkel waar bij aangenomen is dat de warmtepomp 40 % van het piekvermogen levert. Dit geeft een dekkingsgraad van de warmtepomp van de energievraag van 84 %. Deze waardes zijn flexibel.

¹ Klimaatmonitor

² kentallen energievraag utiliteit Vesta

³ MT staat voor middentemperatuur

Abbeelding 2.1 Warmtevraagprofiel Aarle-Rixtel en De Eeuwsels (links) en Jaarbelastingduurkromme (rechts)



Thermische vermogensvraag

De maximale vermogensvraag van het warmtenet aan de warmtebronnen is naar verwachting $24,5 \text{ MW}_{\text{th}}$. Dit is een sommatie van de gelijktijdige vermogensvraag van de woningen en utiliteit en 5 % vermogensverlies aan het warmtenet. Voor de woningen is de gelijktijdigheid vastgesteld op 55 % van de vermogensvraag voor ruimteverwarming¹. Voor de utiliteit is de gelijktijdigheid vastgesteld op 70 %¹. De gelijktijdigheid voor utiliteitsgebouwen is groter omdat het warmtesysteem beter geschaald is op de warmtebehoefte van het totale gebouw. De vermogensvraag voor warm tapwater is van ondergeschikt belang voor de piekbelasting van het systeem, mede door lage gelijktijdigheid en voorkeurschakeling in het afleverstet.

Een piekvraag van $24,5 \text{ MW}_{\text{th}}$ is iets hoger dan de piekvraag in het warmteprofiel in afbeelding 2.1. Dit komt mede doordat het warmteprofiel een gemiddelde warmtevraag per uur laat zien en kortstondige pieken uitvlakt. Daarnaast zijn zowel de piekvraag als het warmteprofiel een benadering en geen meetgegevens van de projectlocatie. De jaarbelastingduurkromme uit afbeelding 2.1 laat zien dat de warmtepomp ongeveer $8,2 \text{ MW}_{\text{th}}$ moet leveren, dit kan geleverd worden door alleen een basislast-bron of een combinatie met een middenlast-bron. Uitgaande van een SCOP van 3,9 moeten deze bron(en) $6,1 \text{ MW}_{\text{th}}$ vermogen kunnen leveren. De piekvraag kan worden opgevangen door een pieklast-bron.

2.2.1 Basislast-bronnen

Een basislast-bron heeft een relatief klein vermogen, maar levert wel het aanbod voor de bulk van de verwarmingsvraag en doet dit zodoende tot wel 7.000 vollasturen. Een basislast-bron wordt op gebied van kosten gekenmerkt door hoge investeringskosten, maar lage marginale² kosten voor de energieproductie. De voorziene basislast-bron voor Gulden Energie is warmte uit het effluent van de RWZI.

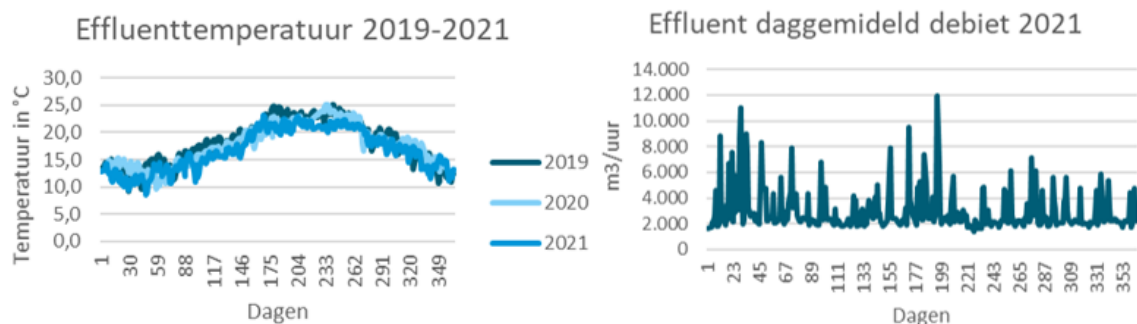
Warmte uit effluent RWZI (TEA)

Effluent betreft gezuiverd afvalwater dat voldoet aan de lozingsnormen op oppervlaktewater. Afbeelding 2.2 toont een meting van het debiet in 2021 en de temperatuur over meerdere jaren van het effluentwater. Daaruit valt op te maken dat op dagen zonder regen het daggemiddelde debiet $2.000\text{--}2.500 \text{ m}^3/\text{h}$ bedraagt. De effluenttemperatuur van $20\text{--}25 \text{ }^\circ\text{C}$ (zomer) en $10\text{--}15 \text{ }^\circ\text{C}$ (winter) is voldoende om warmte uit te onttrekken met een warmtepomp.

¹ ISSO-publicatie 7 Grondleidingen voor warmte- en koudetransport

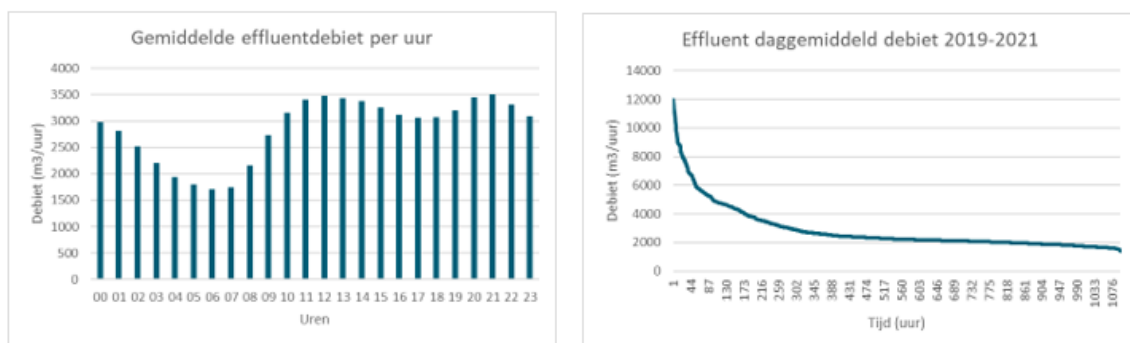
² de kosten per extra kWh_{th}

Afbeelding 2.2 Effluenttemperatuur 2019-2021 (links); Effluent daggemiddelde debiet 2021 (rechts)



Afbeelding 2.3 toont de meting van het daggemiddelde debiet over meerdere jaren, gesorteerd van hoog naar laag en een geschatte dagelijkse fluctuatie van het effluentdebiet. De geschatte dagelijkse fluctuatie is gebaseerd op het gemeten effluentdebiet-profiel van de RWZI Deventer in de jaren 2016-2017, geschaald naar de debieten op de RWZI Aarle-Rixtel. Het minimale daggemiddelde in de jaren 2019-2021 was 1.400 m³/uur. De dagelijkse fluctuatie van het effluentdebiet wordt geschat tussen 3.500 m³/uur (overdag) en 1.700 m³/uur (nacht). Veiligheidshalve wordt de warmtepotentie van het effluent bepaald met een ontwerpdebiet van 1.400 m³/uur. Bij gebruik van een buffertank kan het dagprofiel van het debiet uitgevlakt worden. Er is echter geen buffertank aanwezig op de RWZI en ruimte voor plaatsing lijkt beperkt.

Afbeelding 2.3 Verwachte dagelijkse fluctuatie per uur (links); Daggemiddelde effluentdebiet gemeten tussen 2019-2021 (rechts)



Het maximaal realiseerbaar thermisch vermogen van warmte uit effluent ligt bij een effluentdebiet van 1.400 m³/h en een warmteonttrekking (ΔT) van 5 °C op 8,2 MW_{th}. Dit geeft een warmtepotentie van 258 TJ per jaar. Dit kan voldoende zijn om te voorzien in de vermogensvraag van de warmtepomp van 6,1 MW_{th}. Warmte uit effluent kan dan zowel aan de basis en de middellast vraag voldoen.

Verantwoording verschil met onderzoek DNVGL

Het rapport van DNVGL concludeert dat de potentie van TEA bij de RWZI niet dekkend is voor de warmtevraag van Aarle-Rixtel en De Eeuwsels gecombineerd. Dit wijkt af van de conclusie uit dit rapport, waarin er wordt geconcludeerd dat de potentie van TEA wel toereikend is. De analyse van DNVGL wijkt op vier punten af:

- 1 DNVGL kiest voor een dekkingsgraad van de warmtevraag met de warmtepomp van 90 %. Dat is hoger dan de 84 % die in dit rapport is vastgesteld;
- 2 DNVGL neemt in hun analyse een piekvraag aan van 33 MW_{th} in plaats van de 25 MW_{th} die in dit rapport is vastgesteld;
- 3 DNVGL neemt in hun analyse een totale warmtevraag aan van 69 GWh_{th} in plaats van de 63 GWh_{th} die in dit rapport is vastgesteld;
- 4 DNVGL gaat uit van een ΔT van 3 °C uit het effluentwater in plaats van 5 °C die in dit rapport is vastgesteld.

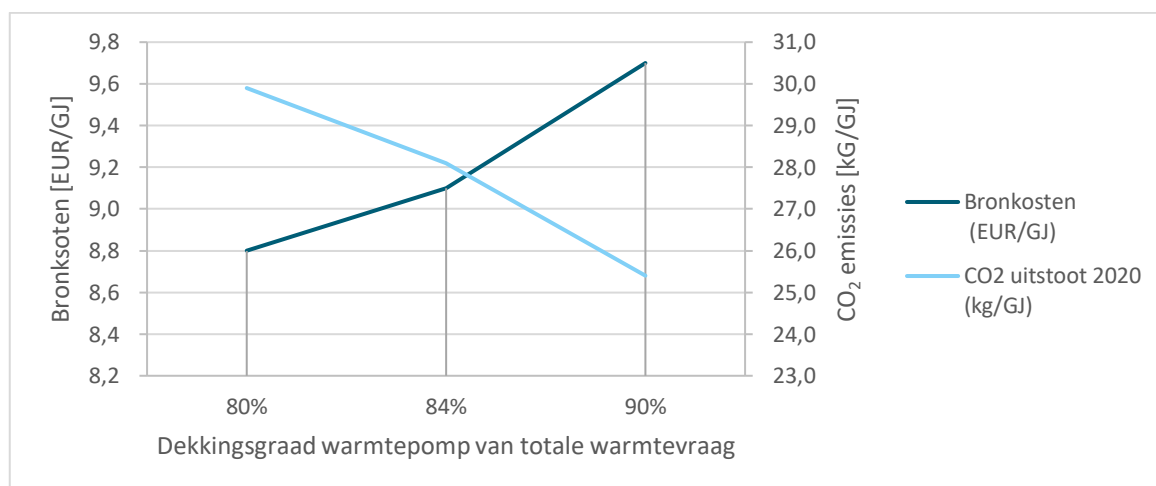
Doordat DNVGL kiest voor een hogere dekkinggraad met de warmtepomp en een hogere piekvraag en totale warmtevraag aanneemt, komen zij uit op een benodigd warmtepomp vermogen van 12 MW_{th}. Dit verschilt significant van het hier bepaalde benodigd warmtepomp vermogen van 8,2 MW_{th}. Aan de andere kant onttrekken zij ook minder warmte uit het effluentwater door lagere uitkoeling en is dus het vermogen dat de warmtepomp kan leveren op basis van effluent als warmtebron juist lager: 8 MW in plaats van 11 MW (bepaald door effluent-potentie van 8,2 MW_{th} met SCOP 3,9).

De combinatie van een hoger benodigd vermogen en een lagere potentie van het effluentvermogen verklaart waarom DNVGL heeft geconcludeerd dat de potentie van TEA niet toereikend is voor de warmtevraag van Aarle-Rixtel en De Eeuwsels. In de volgende twee secties wordt de keuze van de analyse in dit rapport voor respectievelijk de dekkinggraad en de warmteonttrekking verantwoord.

Verantwoording dekkinggraad warmtepomp

De keuze voor de dekkinggraad van de warmtepomp is een bestuurlijke keuze en is een afweging tussen bronkosten enerzijds en CO₂-emissies anderzijds. Afbeelding 2.4 laat zien hoe bij een hogere dekkinggraad de bronkosten omhoog gaan en de CO₂-emissies omlaag. De hogere bronkosten worden veroorzaakt door de relatief grote warmtepomp benodigd om de hoge dekkinggraad te halen, terwijl deze warmtepomp maar enkele uren per jaar op vollast zal draaien. Daarentegen dalen de CO₂-emissies omdat de (gas) piekketel minder vollasturen hoeft te draaien.

Afbeelding 2.4 Relatie tussen dekkinggraad van warmtepomp, de bronkosten en de CO₂-emissies



In referentieprojecten¹ met effluent als warmtebron worden vaak dekkinggraden gekozen tussen 80 en 85 %. Daarmee is 84 % een haalbaar uitgangspunt en een goede balans tussen bronkosten en CO₂-emissies.

Verantwoording warmteonttrekking

Een ΔT van 5 °C² is gebaseerd op de verwachte richtlijnen voor koude lozing van het effluent in oppervlaktewater³.

- 1 de temperatuur in het watersysteem na volledige menging mag niet lager worden als gevolg van koude lozingen dan een dagwaarde van 12 °C;
- 2 het temperatuurverschil tussen de achtergrondtemperatuur en de temperatuur na volledige menging mag niet hoger zijn dan 5 °C.

¹ Warmtebedrijf HVC, Startanalyse, Project Witteveen+Bos RWZI Apeldoorn

² Rijkswaterstaat heeft bevestigd dat het effluent kan worden afgekoeld met een ΔT van 5 °C

³ Stowa: Leeswijzer bij de studie naar kansen 'Thermische Energie uit Afvalwater'

De minimale koude lozingstemperatuur (12 °C) is een vaak gebruikte richtlijn, maar ligt niet wettelijk vast. Het is een veilige aanname: er is potentie dat het lager mag zijn op de Zuid-Willemsvaart. Daarnaast gaat het om de temperatuur van het watersysteem na volledige inmenging en niet om de directe temperatuur van de koude lozing, dus hier ligt nog ruimte.

Met een ΔT van 5 °C blijft het afgekoelde effluent water boven 12 °C gedurende de periodes dat het oppervlaktewater zelf boven 12 °C is (zomer). Dit is relevant, omdat bij een temperatuur van 10-12 °C de voortplanting bij veel soorten op gang komt. Onderschrijding van de temperatuur van 10-12 °C zou de ontwikkeling en biologie van soorten kunnen remmen wat tot ongewenste effecten zou kunnen leiden.

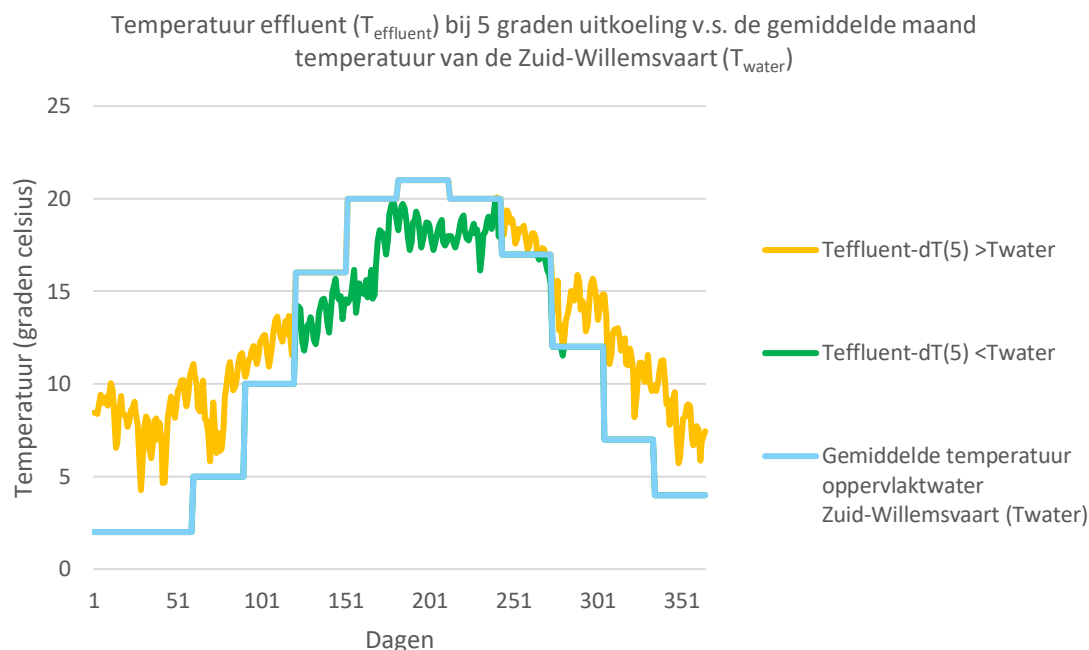
In de winter blijft het afgekoelde effluent boven de oppervlaktetemperatuur en vormt daardoor geen gevaar voor afkoeling van het oppervlaktewater. Dit is geïllustreerd in afbeelding 2.5, die de maandgemiddelde watertemperatuur in de Zuid-Willemsvaart (lichtblauw) weergeeft. Daarnaast is temperatuur van het effluent in 2019 weergegeven na onttrekken van 5 °C warmte. De oranje lijn geeft de periode dat de effluenttemperatuur hoger is dan de watertemperatuur. De groene lijn geeft de periode waarvoor de watertemperatuur hoger is dan de effluenttemperatuur.

Uit afbeelding 2.5 volgt dat temperatuurverschil tussen het oppervlaktewater en het afgekoelde effluentwater in de zomerperiode soms groter kan worden dan 5 °C (richtlijn 2). Gedurende deze dagen is er dus een kans dat de ΔT uit het effluent lager dan 5 °C moet zijn. In 2019 was dit maar voor 10 dagen het geval. Bovendien is dit een periode dat de warmtevraag laag is, waardoor de warmtepotentie niet volledig aangesproken hoeft te worden. Daarentegen kan er in de winter mogelijk meer warmte worden onttrokken uit het effluent omdat met een ΔT van 5 °C het afgekoelde effluentwater nog steeds boven de temperatuur van het oppervlaktewater blijft.

Planvorming lozingspunt RWZI Aarle-Rixtel

Het huidige lozingspunt van de RWZI Aarle-Rixtel is op het riviertje de Aa. Onderdeel van de planvorming van het waterschap Aa en Maas is de toevoeging van een tweede lozingspunt op de Zuid-Willemsvaart. Deze analyse gaat daarom uit van koudelozing van het effluent op de Zuid-Willemsvaart. Het is echter nog niet 100% definitief dat dit tweede lozingspunt op de Zuid-Willemsvaart er komt.

Afbeelding 2.5 Temperatuur van effluent op basis van data voor 2019 bij 5 °C uitkoeling ten opzichte van de gemiddelde temperatuur van het oppervlaktewater in de Zuid-Willemsvaart



Duurzaamheid en impact effluentwarmte

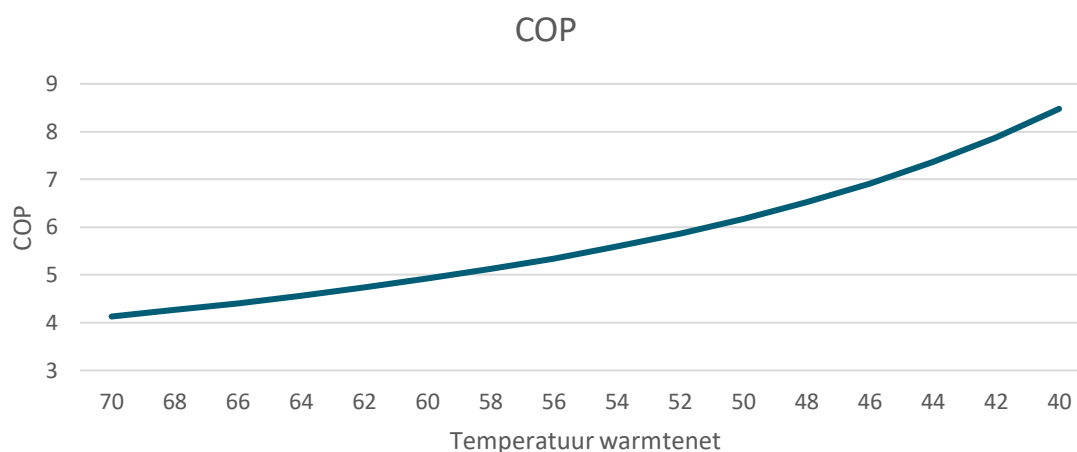
Door de hoge SCOP van 3,9 van de warmtepomp is relatief weinig elektriciteit nodig om de effluentwarmte op te waarden naar 70 °C. Zodoende is warmte uit effluent van de RWZI een duurzame bron, met naar schatting 21 kg/GJ CO₂-emissie in 2020 en 6 kg/GJ in 2030¹. Hierbij is uitgegaan van de CO₂-emissie bij ingekochte elektriciteit, indien volledig gebruik wordt gemaakt van eigen duurzame opwek is dit 0 kg/GJ. De warmtewisselaar en warmtepomp betreffen compacte installaties die op of bij het terrein van de het waterschap gerealiseerd kunnen worden.

Omdat geen droogkoelers of andere ventilatoren in de buitenlucht hoeven worden geïnstalleerd, is er geen overlast of risico op het gebied van geur en geluid. De compressoren van de warmtepomp produceren wel geluid, maar dit kan goed gemitigeerd worden, aangezien de warmtepompen in pandig zullen worden opgesteld. Effluent dat wordt gebufferd is reeds gezuiverd en zal dan ook geen geuroverlast veroorzaken.

Afbeelding 2.6 toont de COP als functie van de temperatuur in het warmtenet. In dit voorbeeld is ter illustratie de COP berekend met een effluenttemperatuur van 16 °C en een Carnot-rendement van 65 %. Hoe lager de afgiftetemperatuur in het net is, hoe hoger de COP van de warmtepomp, wat resulteert in een lager elektriciteitsgebruik en CO₂-emissie per geleverde GJ-warmte.

¹ Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde elektriciteitsmix 2020 met 300 kg/MWh CO₂-emissie en 90 kg/MWh in 2030 op basis van de Klimaat en Energie Verkenning (KEV) 2019.

Afbeelding 2.6 COP van de warmtepomp als functie van de temperatuur in het warmtenet uitgaande van brontemperatuur (16 °C)



Definitie van COP en SCOP

- COP: De Coefficient Of Performance (COP) geeft een indicatie voor het rendement van een warmtepomp. De COP geeft de verhouding tussen de hoeveelheid afgegeven warmte en de hoeveelheid geleverde energie op een bepaald moment in de tijd. De COP is tijdsafhankelijk, omdat het rendement van een warmtepomp onder andere afhangt van de brontemperatuur en benodigde uitvoertemperatuur;
- SCOP: de Seasonal Coefficient Of Performance (SCOP) geeft het gemiddelde rendement van een warmtepomp over een bepaalde periode weer (in dit geval een jaar).

Kosten effluentwarmte

De investeringskosten voor het uitkoppelen van effluentwarmte bedragen circa 170 EUR/kW_{th}, de operationele kosten zijn circa 2,5 % van de investeringskosten. De investeringskosten voor de warmtepomp installatie inclusief effluentwarmte en energiecentrale bedragen circa 1.400 EUR/kW_{th}.

2.2.2 Middenlast-bronnen

Een middenlast-bron kan warmte leveren tot 2.500 vollasturen. Een middenlast-bron wordt op gebied van kosten gekenmerkt door gemiddelde investeringskosten en gemiddelde marginale kosten voor de energieproductie. Dat komt vaak doordat de brontechniek minder efficiënt (COP) is dan de basislast-bron. Er is reeds aangetoond dat effluentwarmte qua potentie naast basislast ook als middenlast kan dienen. De vraag is het nog voordelen heeft om een aparte middenlast-bron in te zetten. Middenlast-bronnen voor Gulden Energie zijn zonthermie, TEO en een luchtwarmtepomp.

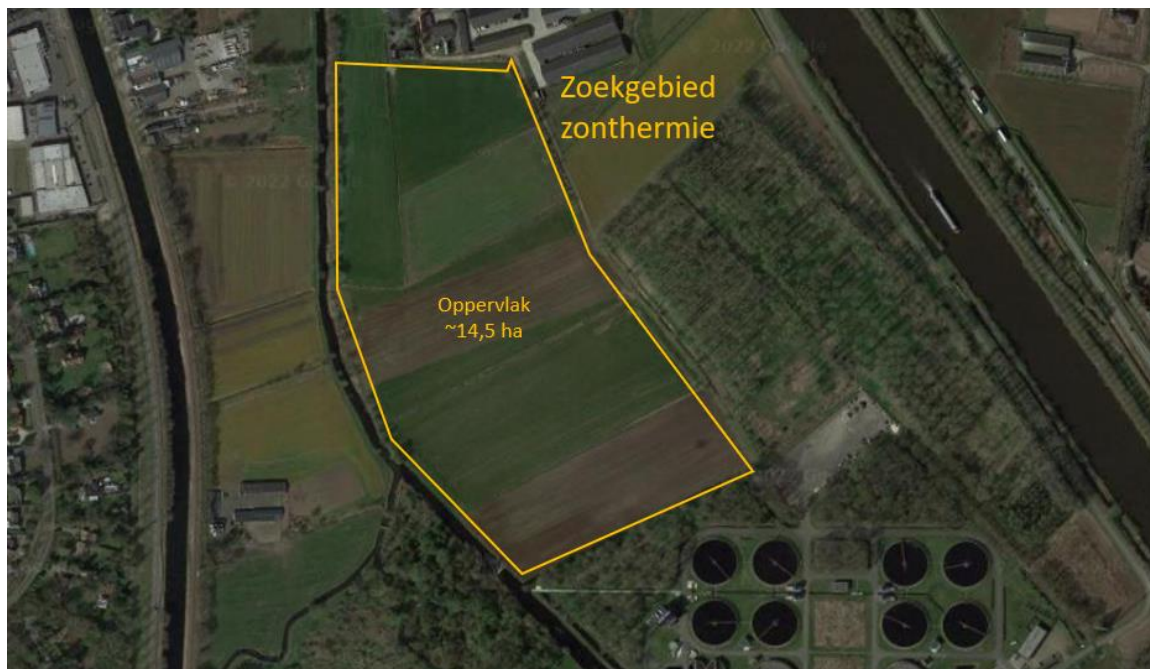
Zonthermische collectoren

Zonthermische collectoren kunnen, met name wanneer in de zomer de zon goed schijnt, relatief hoge temperaturen maken, geschikt voor directe invoeding op het warmtenet. Echter is in de zomer ook de laagste warmtevraag en zal deze warmtebron dus altijd moeten worden gecombineerd met een vorm van warmteopslag. In combinatie met een vorm van HTO is in de winter directe invoeding nog steeds een optie. Indien WKO's worden toegepast en de warmte dus op lagere temperatuur wordt opgeslagen, kan de infiltratiestroom die door het effluent wordt verwarmd, naverwarmd worden tot 25 °C. Hierdoor is ook in de winter een relatief hoge basistemperatuur beschikbaar, wat de COP van de warmtepomp ten goede komt.

Realistisch vermogen zonnecollector

Er is gekeken naar de potentie van zonnecollectoren in de buurt van het RWZI Aarle-Rixtel. Boven de RWZI zijn velden waar mogelijk zonnecollectoren geplaatst mogen worden. In afbeelding 2.7 is schematische weergegeven om welke velden dit gaat.

Afbeelding 2.7 Zoekgebied zonthermie



De oppervlakte van het veld direct naast de RWZI is circa 145.000 m². Dit veld heeft een warmtepotentie met zonnecollectoren van 208 TJ/jaar bij een gemiddelde collector temperatuur van 25 °C. Dit is gebaseerd op een referentieproject waarbij rekening is gehouden met een rijafstand tussen de panelen van 1,1 m, een hellingsgraad van 15° en 6,5 % opbrengst verlies door schaduw tussen de rijen. Het thermisch vermogen van zonnecollectoren zal sterk variëren gedurende het jaar. Met een maximale zoninstraling van 1.000 W/m² is er een maximaal thermisch vermogen van 70 MW_{th}. Aangezien het zonneveld met een WKO gecombineerd moet worden, is het vermogen zeer relevant.

De uitdaging bij zonthermie is dat de energieproductie in een betrekkelijk kort tijdsbestek plaatsvindt en dus een hoog vermogen levert, terwijl het maximale laadvermogen van een WKO doublet beperkt is. De verhouding in laadcapaciteit en opslagcapaciteit pakt daardoor slecht uit.

Duurzaamheid en ruimtelijke impact zonnecollector

Bij de warmteproductie middels een zonnecollector is geen CO₂-emissie gemoeid. De ruimtelijke impact daarentegen kan wel ongewenst zijn, omdat het zonneveld komt te liggen in het natuur- en recreatiegebied 't Gulden Land. Het veld dat nu wordt beschouwd voor zonthermie is in eigendom van een agrariër. Een voorwaarde is dat deze bereid zou zijn land te verkopen. Daarnaast is in de visie van 't Gulden Land de mogelijkheid opgenomen om hier een waterharmonica te plaatsen. De waterharmonica zou daarmee ook met het zonneveld kunnen concurreren om ruimte.

Kosten zonnecollector:

- de totale investeringskosten voor zonnecollectoren worden geraamd op 420 EUR/kW_{th}¹ met een afschrijvingstermijn van 30 jaar;
- de operationele kosten bedragen 2 % van de investeringskosten.

Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)

De aanwezigheid van de Zuid-Willemsvaart in de nabijheid van het RWZI biedt de mogelijkheid tot TEO. TEO is echter sterk seizoenafhankelijk omdat de temperatuur van het oppervlaktewater fluctueert en daardoor in de winter weinig uitkoelingspotentie heeft. Deze bron heeft dus alleen potentie als regeneratiebron van een WKO in de zomer.

¹ Eindadvies SDE++ 2022, PBL 2022

Realistisch vermogen TEO

De potentie van TEO is net als voor TEA sterk afhankelijk van de toegestane minimale lozingstemperatuur. Voor TEO is de norm $10\text{ }^{\circ}\text{C}^1$, al is dit niet wettelijk vastgesteld en hanteert het waterschap Aa en Maas een norm van $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bij een norm van $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ geldt dat de lengte van de mengzone minder dan 500 m bedraagt en minder dan 50 % van de natte doorsnede van de watergang bestrijkt. De mengzone is het gebied waarin de temperatuur meer dan $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ is afgekoeld ten opzichte van de achtergrondtemperatuur. De mengzone is nog niet vastgesteld voor de projectlocatie.

Afbeelding 2.8 geeft een eerste indruk van de mogelijke wateroppervlakte op de Zuid-Willemsvaart dat benut kan worden voor TEO. Als voorlopig uitgangspunt is een wateroppervlakte van 40.000 m^2 genomen. Dit uitgangspunt kan worden herzien als de potentie van TEO in meer detail wordt onderzocht.

Afbeelding 2.8 Mogelijk benut wateroppervlakte Zuid-Willemsvaart



De mogelijke warmteonttrekking uit het oppervlaktewater is 5 tot $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. De periode waarin deze warmte onttrokken kan worden uit het oppervlaktewater is 3,5 maand (2.500 uur/jaar). Dit is de periode waarin de temperatuur van het oppervlaktewater na een uitkoeling van $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ nog steeds boven $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ blijft. Voor de energie die uit het water onttrokken wordt uitgegaan van $10\text{--}24\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Hierbij is $10\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ een conservatieve benadering en wordt $24\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ alleen verwacht in de zomer.

Dit geeft een minimale vermogenspotentie met uitkoeling van $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en energie-uitwisseling van $10\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ van $2,0\text{ MW}_{\text{th}}$. Over een periode van 2.500 uur levert dit 18 TJ aan warmte. Dit geeft een maximale vermogenspotentie met uitkoeling van $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ en energie-uitwisseling van $20\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ van $5,6\text{ MW}_{\text{th}}$. Over een periode van 2.500 uur levert dit 50 TJ aan warmte. Hierbij schaal het thermische vermogen en thermische energie evenredig met de benutte wateroppervlakte.

Duurzaamheid en ruimtelijke impact TEO

De ruimtelijke impact van de TEO installatie bestaat uit het plaatsen van een pomphuisje voor onttrekking van het water en een WKO-installatie. Deze is derhalve vrij beperkt, zeker in vergelijking met de middenlast-bron zonthermie.

¹ Stowa kader voor koudelozingen

De SCOP van de waterpompen van de TEO-installatie is circa 20, wat inhoudt dat voor elke eenheid warmte die wordt rondgepompt 1/20^e eenheid elektriciteit nodig is. Zodoende is de CO₂-emissie door het elektriciteitsverbruik voor de WKO-installatie naar schatting 4 kg/GJ bij de elektriciteitsmix van 2020 en 1,3 kg/GJ in 2030.

Kosten TEO

- de totale investeringskosten voor de TEO installatie worden geraamd op 170 EUR/kW_{th}¹ met een afschrijvingstermijn van 15 jaar;
- de operationele kosten bedragen 4 % van de investeringskosten.

Ennatuurlijk - TEO systeem en WKO voor warmtenet Helmond:

- de warmtekrachtcentrale Helmond (Achterdijk 42) wordt momenteel gebruikt als warmtebron voor het warmtenet van Ennatuurlijk in de wijken Rijpelberg en Brouwhuis. Door PFAS vervuiling in de omgeving van de WKC, is Ennatuurlijk verder naar het zuiden uitgeweken voor een mogelijk TEO-systeem met WKO. De TEO locatie, gelegen aan de Zuid-Willemsvaart, is ter hoogte van het bedrijf Legro,;
 - Ennatuurlijk verwacht 12 MW aan warmte te onttrekken uit het oppervlaktewater, alleen in de zomerperiode. De potentie van de Zuid-Willemsvaart is hoger maar de limitatie ligt bij het WKO-systeem om de onttrokken warmte op te slaan;
 - de uitkoeling tussen de inlaat en de uitlaat van het TEO-systeem zal variëren tussen 3 en 10 °C. Gemiddeld zal de uitkoeling over de gehele periode - dit is ongeveer 3,5 maand - rond 6 °C zijn. Vergunningen hiervoor zijn al uitgevraagd bij Rijkswaterstaat en de verwachting is dat dit wordt goedgekeurd;
 - de WKO 's zullen geplaatst worden in de aardlaag van 60-80 m-mv (het eerste watervoerende pakket).
-

Luchtwarmtepompen

Realistisch vermogen luchtwarmtepompen

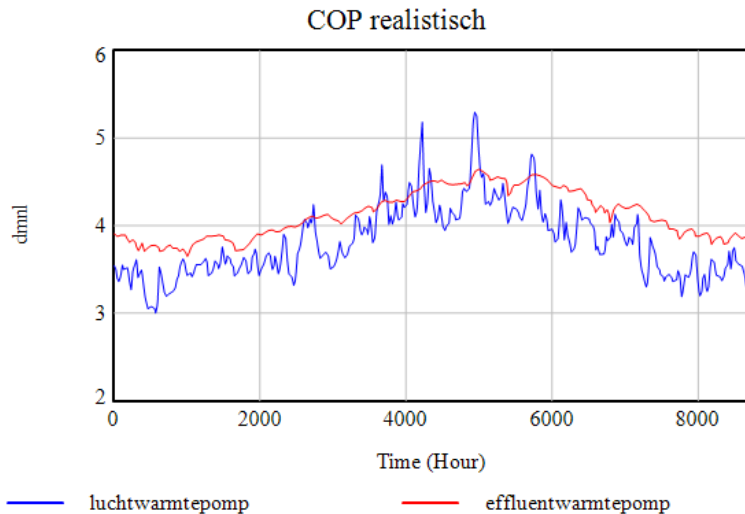
Luchtwarmtepompen zijn goed modulair schaalbaar met losse units van 0,3 tot 1 MW_{th}. Het uitgangspunt is dat een aantal van deze units bij elkaar wordt gezet om voldoende warmte te kunnen leveren om de basislast aan te vullen. Indien de effluentwarmte alleen in de basislast van 4 MW_{th} zou voorzien, kunnen de luchtwarmtepompen de overige 4 MW_{th} aanvullen. De units moeten wel ver genoeg uit elkaar staan om te voorkomen dat een unit de afgekoelde lucht van een andere unit aanzuigt.

Duurzaamheid en ruimtelijke impact luchtwarmtepompen

Omdat de buitenlucht met uitzondering van enkele warme zomerdagen kouder is dan het effluent, ligt de SCOP 3,5 lager (in tegenstelling tot 3,9). Afbeelding 2.9 laat een simulatie zien van hoe de COP van de luchtwarmtepomp zich verhoudt tot de COP van de effluentwarmtepomp voor temperaturen uit het jaar 2019. De CO₂-emissie is iets hoger dan die van effluentwarmte: 23 kg/GJ bij de elektriciteitsmix 2020, afnemende naar 7 kg/GJ in 2030.

¹ WarmingUp programma 3C, TEO systemen, 2022

Afbeelding 2.9 COP van luchtwarmtepomp versus effluentwarmtepomp



Kosten luchtwarmtepompen

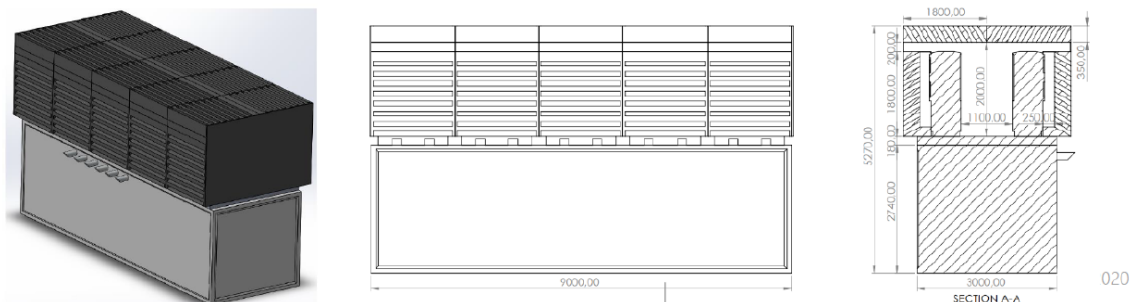
Ondanks de overeenkomsten tussen de warmtepomp voor het winnen van effluentwarmte (water-water warmtepomp) en de warmtepomp voor het winnen van warmte uit de buitenlucht, zijn er verschillen in de investeringskosten. Een centraal opgestelde luchtwarmtepomp is een installatie bestaande uit koeltorens die buiten worden geplaatst, vergelijkbaar met centrale airconditioning zoals op grote gebouwen. Dit is anders bij de effluentwarmtepomp, die praktisch in zijn geheel in een gebouw wordt gehuisvest. Daarnaast is voor het winnen van effluentwarmte een warmtewisselaar nodig met bijbehorende pompen en filterwerk die bestand zijn tegen de vervuilinggraad van effluent als vloeistof:

- de totale investeringskosten voor een luchtwarmtepomp worden geraamd op 940 EUR/MW_{th} met een afschrijvingstermijn van 15 jaar;
- de jaarlijkse operationele kosten bedragen 4 % van de investeringskosten van de warmtepomp;
- de energiekosten voor een luchtwarmtepomp zijn hoger dan die van een effluentwarmtepomp; dit komt door de lagere COP, die een gevolg is van de in de winter lage buitenluchttemperatuur. De lage COP resulteert in een hoog elektriciteitsgebruik per eenheid geleverde warmte.

Ruimtebeslag luchtwarmtepomp

Een water-water warmtewisselaar, zoals toegepast bij effluentwarmtewinning, vraagt minder ruimte dan een lucht-water warmtewisselaar, zoals bij een luchtwarmtepomp. Het ruimtebeslag van de luchtwarmtepomp is daarom een aandachtspunt.

Afbeelding 2.10 Voorbeeld van luchtwarmtepomp voor een MT-warmtenet, goed voor 150-250 woningen in combinatie met een gasketel als piekvoorziening. (bron: buurtenergiesysteem Alliander)



2.2.3 Pieklast-bronnen

Een pieklast-bron levert traditioneel 400 vollasturen, heeft een relatief groot vermogen en wordt enkel benut als het echt koud is. Een pieklast-bron wordt op het gebied van kosten gekenmerkt door lage investeringskosten, maar hoge marginale kosten voor de energieproductie vanwege de hoge brandstofkosten. Pieklast-bronnen voor Gulden Energie zijn gasboilers en e-boilers.

Piekbron 1: Gasketel

Een piekketel op aardgas is relatief eenvoudig te realiseren vanwege het aanwezige aardgasnet. Daarbij wordt opgemerkt dat er plannen zijn om de RWZI aardgasvrij te maken. Dit betekent dat het duidelijk geregeld moet zijn dat de piekketels niet behoren tot de installaties van de RWZI, maar alleen gebruik maken van de locatie.

Realistisch vermogen gasketel

Aardgasboilers zijn zeer goed schaalbaar. Afgaande op de benodigde piekvraag (24 MW_{th}) en basislast (8 MW_{th}) vanuit de warmtepomp is sprake van een aardgasketel van maximaal 16 MW_{th}. Over het algemeen worden hiervoor meerdere gasketels gecombineerd om gezamenlijk het benodigde vermogen te leveren. De gasketel kan ook als back-up voorziening dienen. In dat geval is het gebruikelijk om de back-up ketel te dimensioneren op basis van installatie met het grootste vermogen.

Duurzaamheid en ruimtelijke impact gasketel

Aardgas is geen duurzame bron met een CO₂-emissie van 66 kg/GJ. Dit getal is zowel als uitgangspunt voor 2020 als 2030 gebruikt.

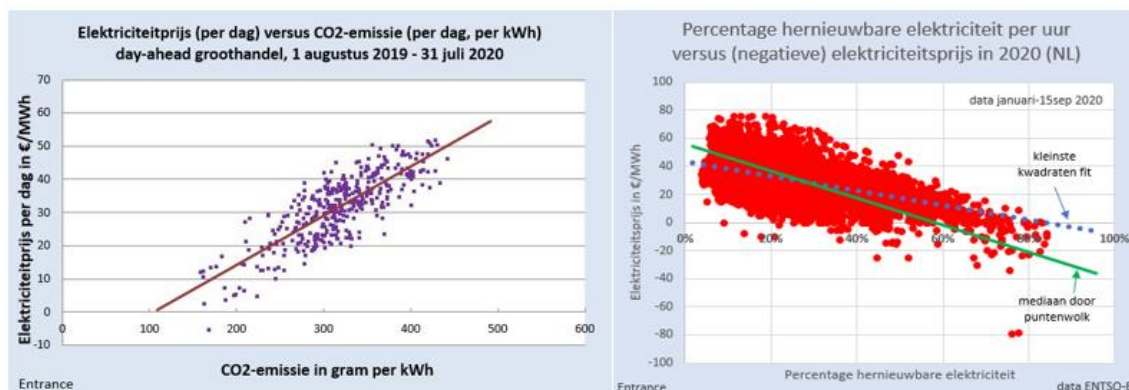
Kosten warmtebron gasketel

De investeringskosten van een piekketel op aardgas bedragen circa 110 EUR per kW_{th}, uitgaande van een geïnstalleerd vermogen van 16 MW_{th}. De operationele kosten bedragen circa 2 % van de investeringskosten. De afschrijvingstermijn is 15 jaar.

Piekbron 2: e-boiler

Een elektrische boiler is goedkoop in aanschaf en kan aan de bronnenmix toegevoegd worden om gebruik te maken van momenten dat elektriciteit goedkoop en duurzaam is. Afbeelding 2.11 laat zien dat het aantal uren met negatieve prijzen toeneemt. Voor de komende jaren is het aannemelijk dat de volatiliteit op de elektriciteitsmarkt toeneemt, omdat er sneller variabele bronnen bij komen dan flexibele assets die hierop inspelen. In deze analyse is de day-ahead elektriciteitsprijs van Duitsland in 2019 genomen als voorspeller van de Nederlandse markt over enkele jaren. Duitsland had in 2019 iets meer dan 200 uren met negatieve elektriciteitsprijzen.

Afbeelding 2.11 Relatie elektriciteitsprijs en CO₂-emissie (links) en elektriciteitsprijs en % duurzame energie (rechts)



Bron: Entrance

Realistisch vermogen elektrische boiler (e-boiler)

E-boilers zijn goed schaalbaar. Afgaande op de benodigde piekvoorziening is sprake van een ketel van maximaal 16 MW_{th}.

Duurzaamheid en impact elektrische boiler

De e-boiler heeft een COP van 1, wat deze techniek op gebied van duurzaamheid een achterstand geeft ten opzichte van de warmtepomp. De duurzaamheid van een e-boiler hangt af van de duurzaamheid van de elektriciteit waarmee deze gemaakt wordt. Vanuit kosten- en duurzaamheidsoverwegingen is het waarschijnlijk dat de e-boiler alleen draait wanneer elektriciteit goedkoop en duurzaam is. Als je echter alleen de e-boiler wilt gebruiken om de pieklast te dekken kan je niet alleen gebruik maken van goedkope en duurzame stroom en moet je kijken naar de CO₂-uistoot voor een gemiddelde elektriciteitsmix. Dit komt overeen met een elektriciteitsmix van 300 kg/MWh in 2020 en 90 kg/MWh in 2030. Deze waarden leiden tot een CO₂-emissie van 83 kg/GJ in 2020, die afneemt naar 25 kg/GJ in 2030.

In 2020 lijkt het niet verstandig om de e-boiler bij gemiddelde elektriciteitsprijzen en gemiddelde elektriciteitsmix te laten draaien, want dan komen de kosten en de CO₂-emissie hoger uit dan aardgas. De elektriciteitsmix wordt echter zo snel schoner dat de e-boiler bij gemiddelde elektriciteitsmix in 2030 een stuk schoner is dan. Naar mate de elektriciteitsmix met de jaren schoner wordt kan e-boiler ook verantwoord draaiuren overnemen van de piekketel en op termijn zelfs de rol van pieklast overnemen.

Kosten elektrische boiler

De investeringskosten gemoeid met een e-boiler worden geraamd op 130 kEUR per kW_{th}, uitgaande van een geïnstalleerd vermogen van 16 MW_{th}. De operationele kosten bedragen 2 % per jaar van de investeringskosten. De afschrijvingstermijn is 15 jaar.

Netcapaciteit

Een aandachtspunt is de netaansluiting die behoorlijk zwaar moet zijn en waarvoor bij de netbeheerder ruimte moet zijn op het middenspanningstation. Dit vormt waarschijnlijk geen probleem, omdat de RWZI dicht bij een groot onderstation van Enexis is gelegen en voor dit onderstation geen congestieproblemen voor levering spelen¹.

2.3 Warmteopslag

Warmteopslag 1: Tank opslag

De techniek is een geïsoleerd (eventueel ondergronds) opslagvat waarmee warmte voornamelijk voor korte duur opgeslagen kan worden in water. Ondergrondse opslag heeft voordelen in warmteverlies en ruimtelijke inpassing maar is Capex-intensief. Typisch is de duur van opslag tussen een paar uur en twee weken bij een maximale temperatuur van 90 °C.

Realistisch vermogen tankopslag

Een warmtebuffer wordt ontworpen met een verhouding tussen 1:1 en 2:1 (breedte x hoogte). Door te kiezen voor een brede buffer wordt de bouwhoogte beperkt en stijgt het vermogen. Het maximale vermogen is sterk afhankelijk van het ontwerp, maar kan oplopen tot 30 MW_{th}. Warmteverliezen zijn redelijk verwaarloosbaar en liggen in de ordegrootte van 1-2 % per week bij de maximale opslag temperatuur van 90 °C. Deze verliezen zijn dus ook miniem bij een opslag rond de benodigde temperatuur van 70 °C bij aansluiting op een MT-warmtenet.

¹ Onderzoek naar de toepassing van congestiemanagement op HS/MS station Aarle-Rixtel, Enexis, oktober 2021

Duurzaamheid en ruimtelijke impact tankopslag

De ruimtelijke impact van warmteopslag hangt samen met de opslagcapaciteit. De opslagcapaciteit varieert van 50 tot maximaal 10.000 m³. Tot 10.000 m³ is tot nu toe in de praktijk gebleken dat buffervaten kosteneffectiever zijn dan alternatieven als Pit Thermal Energy Storage. Het ruimtebeslag loopt daarmee op van circa 10 tot 400 m², uitgaande van een verhouding van 1:1. Dus zolang het ruimtebeslag geen bezwaar vormt, is bovengrondse opslag financieel aantrekkelijk. Bij de buffering vindt nauwelijks CO₂-emissie plaats. De SCOP van de pomp ligt naar verwachting tussen 20 en 50, waardoor de benodigde pompenergie verwaarloosbaar klein is.

Kosten tankopslag

De kosten van tank opslag hangen sterk samen met het volume. Voor een klein volume van 0-1.000 m³ bedragen de investeringskosten 700-300 EUR/m³, terwijl bij een opslagcapaciteit van 10.000 m³ de kosten op 100 EUR/m³ liggen. De operationele kosten bedragen 1 % van de investeringskosten.

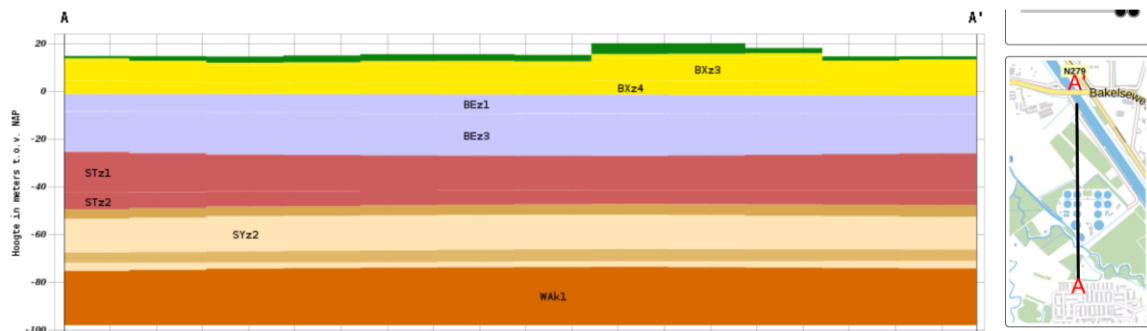
Warmteopslag 2: WKO

Een WKO kan ingezet worden om zomerse warmte (uit effluent, oppervlaktewater of zonthermie) op te slaan en in de winter met een warmtepomp op te werken naar een bruikbare aflevertemperatuur. Uit de analyse van effluentwarmte is gebleken dat er voldoende effluent is om zowel in de zomer als in de winter de basislast te leveren. Was dit niet het geval geweest, dan had een WKO een goede aanvulling kunnen zijn om een zomerse effluentwarmte in de winter te kunnen benutten.

Bodemopbouw en potentie

Voor de hele provincie Noord-Brabant geldt dat geen vergunningen worden verleend voor open bodemenergiesystemen dieper dan 80 m-mv, vanwege de vermeende risico's voor de bodem- en grondwaterkwaliteit. Om die reden is een WKO alleen mogelijk in de bovenste 80 m onder maaiveld. In afbeelding 2.12 is de bodemopbouw weergegeven ter hoogte van de Bakelseweg en De Eeuwsels. De bodemopbouw is vrijwel hetzelfde voor de richting van oost naar west. In tabel 2.4 is de geschiktheid van de grondlagen verder beschreven.

Afbeelding 2.12 Bodemopbouw ter hoogte van de RWZI van Waterschap Aa en Maas



Tabel 2.4 Bodemopbouw en geschiktheid voor WKO

Diepte (ten opzichte van maaiveld)	Naam van formatie	Horizontale waterdoorlatendheid (kd)	Geschikt voor WKO
0 tot 3 m	holocene afzetting	0,0 m/d	nee
3 tot 15 m	1 ^e tot en met 4 ^e zandige eenheid van Boxtel	2,5-5,0 m/d	nee
15 tot 41 m	1 ^e tot en met 3 ^e zandige eenheid van Beegden	50-100 m/d	ja
40 tot 63 m	1 ^e en 2 ^e zandige eenheid van Sterksel	25-50 m/d	ja
63 tot 67 m	1 ^e kleiige eenheid van Stramproy	0,0 m/d	nee

Uit tabel 2.4 volgt dat zich tussen 15 en 63 m-mv meerdere zandige grondlagen bevinden die geschikt zijn voor een WKO. Bovendien staan deze grondlagen ook onderling met elkaar in verbinding, wat positief is voor de potentie van een WKO. Verder geldt dat de waterdoorlatendheid betrekkelijk hoog is. Zowel boven als onder dit pakket bevinden zich waterkerende lagen, waardoor water ook besloten blijft binnen deze pakketten.

Realistisch vermogen en opslagcapaciteit per doublet

Uitgaande dat de zandige eenheden van Beegden en Sterksel zijn verbonden, betreft de dikte van het watervoerend pakket 44 m. Hiervan is 40 m geschikt voor een WKO-filter. Gegeven deze filterlengte en een waterdoorlatendheid van gemiddeld 50 m/d is het vermogen van de WKO doublet bepaald op 500-700 kW_{th}. Uitgaande van een TEO installatie die 2.500 uur per jaar warmte kan leveren aan de WKO, bedraagt de opslagcapaciteit van 1 WKO doublet circa 7 TJ. Ter vergelijking: 80 % van de warmtevraag van de warmtepomp (112TJ) wordt geleverd tussen september tot en met april. Als TEO in combinatie met een WKO volledig zou dienen als warmtebron voor de warmtepomp dan zouden er 16 doubletten nodig zijn.

Duurzaamheid en ruimtelijke impact WKO

Er is niet veel elektriciteit nodig aan pompenergie. De SCOP van de waterpompen van de WKO-installatie is circa 20. Zodoende is de CO₂-emissie door het elektriciteitsverbruik naar schatting 4 kg/GJ bij de elektriciteitsmix 2020, die afneemt naar 1,3 kg/GJ in 2030.

Kosten warmteopslag WKO

De kosten van een WKO bestaan uit het boren van doubletten in de bodem. Daarnaast wordt er bovengronds een warmtewisselaar met bijbehorende filters en pompen geplaatst, zodat het water uit de bodem warmte kan uitwisselen met het systeem bovengronds. De warmte uit de WKO kan worden opgewaardeerd door middel van een warmtepomp. Deze is niet opgenomen hier in de investeringskosten van de WKO:

- de investeringskosten van één WKO-doublet, exclusief warmtewisselaars en energiecentrale bedragen EUR 100.000 per doublet + 2.000 EUR/m³;
- de operationele kosten bedragen 2,5 % van de investeringskosten.

Aandachtspunten bij WKO

Rond het gebied bevinden zich meerdere natuurgebieden die zijn aangemerkt als Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Daarnaast zijn er ook enkele gebieden met archeologische waarde. Dit is in afbeelding 2.13 weergegeven. Inpassing van WKO's mag niet tot significante schade leiden aan deze natuurgebieden.

Afbeelding 2.13 EHS natuurgebieden (groen) en gebieden met archeologische waarde (paars)



2.4 Overzicht kansrijke bronnen en opslag

Overzicht

De bevindingen ten aanzien van kosten, vermogen, energiepotentie en equivalente CO₂-emissies zijn gegeven in tabel 2.5 voor de verschillende type warmtebronnen.

Tabel 2.5 Overzicht van beschikbare vermogen, energiepotentie, equivalent CO₂-emissies en bronkosten

	TEA: effluent	TEO: Zuid- Willemsvaart	Zonnecol- lectoren	Lucht- warmtepomp	Piekketel op aardgas	e-boiler
vermogen (MW _{th})	8,2	2 - 6	0 - 48	0 - 8,2	0 -24	0 -24
energiepotentie (TJ)	195	18-50	0 - 141	0 - 141	nader te bepalen	nader te bepalen
emissies 2020 (kg/GJ)	21	21	4	24	66	28
emissies 2030 (kg/GJ)	6	4	1	7	66	8
kosten bron (EUR/kW)	170	170	420	niet van toepassing	110	130
kosten WP (EUR/kW)	810	810	810	940	niet van toepassing	niet van toepassing
bijkomende kosten		WKO	WKO			

Basislast-bronnen

Een basislast-bron heeft een relatief klein vermogen, maar levert wel het aanbod voor de bulk van de verwarmingsvraag (7.000 vollasturen). Een basislast-bron wordt op gebied van kosten gekenmerkt door hoge investeringskosten, maar lage marginale kosten voor de energieproductie. De basislast-bron voor Gulden Energie is TEA.

De conclusie is dat effluentwarmte van de RWZI voldoende potentie heeft om als basislast-bron ingezet te worden en mogelijk ook als middenlast-bron. In deze situatie zou naast de warmte uit effluent alleen nog een piekbron nodig zijn.

Middenlast-bronnen

Een middenlast-bron kan warmte leveren tot 2.500 vollaasturen. Een middenlast-bron wordt op gebied van kosten gekenmerkt door gemiddelde investeringskosten en gemiddelde marginale kosten voor de energieproductie. Dat komt vaak doordat de brontechniek minder efficiënt (COP) is dan de basislast-bron. Er is reeds aangetoond dat effluentwarmte qua potentie naast een rol als basislast ook als middenlast kan dienen. De vraag is of het nog voordelen heeft om een aparte middenlast-bron in te zetten. Middenlast-bronnen voor Gulden Energie zijn zonthermie, TEO en een luchtwarmtepomp.

De conclusie is dat bij deze eerste beschouwing zowel zonthermie en TEO genoeg potentie hebben als middenlast. Luchtwarmtepompen kunnen modulair geschaald worden naar de warmtevraag en zijn kostencompetitieve middenlast-bronnen. Zonthermie daarentegen is een relatief dure warmtebron die enkel in de zomer beschikbaar is en vraagt om veel WKO-capaciteit. De kosten per vermogen voor een TEO of TEA installatie verschillen niet veel. Voor TEO is een WKO-installatie noodzakelijk, waardoor TEO duurder is dan TEA.

Pieklast-bronnen

Een pieklast-bron levert traditioneel 400 vollaasturen, heeft een relatief groot vermogen en wordt enkel benut als het echt koud is. Een pieklast-bron wordt op het gebied van kosten gekenmerkt door lage investeringskosten, maar hoge marginale kosten voor de energieproductie vanwege de hoge brandstofkosten. Pieklast-bronnen voor Gulden Energie zijn gasboilers en e-boilers.

De conclusie is dat gasboilers de goedkoopste optie zijn als pieklast-bron in investeringskosten. Daarnaast is met de huidige elektriciteitsmix het niet verstandig om de e-boiler te laten draaien want dan komt de CO₂-emissie hoger uit dan bij aardgas. De elektriciteitsmix wordt echter zo snel schoner dat de e-boiler bij gemiddelde elektriciteitsmix in 2030 een stuk schoner is dan aardgas en vergelijkbaar met groengas. Naarmate de elektriciteitsmix met de jaren schoner wordt kan e-boiler ook verantwoord draaiuren overnemen van de piekkel en op termijn zelfs de rol van pieklast overnemen.

Warmteopslag

Doordat het minimale effluentdebiet van de RWZI voldoende is voor basislast en middenlast is seizoensopslag niet een vereiste. Indien er gebruik gemaakt wordt van een aparte middenlast-bron zoals zonthermie of TEO is seizoensopslag wel vereist. Bij aanvulling van de warmtebronnenmix met luchtwarmtepompen als middenlast is seizoensopslag niet nodig.

Bovengrondse tankopslag kan worden gebruikt voor dag tot week opslag. Met een combinatie van opslag en e-boilers zou energie slim kunnen worden ingekocht op momenten dat de prijs laag is en/of op momenten dat het elektriciteitsnet/onderstation van Enexis zwaarder wordt belast door veel teruglevering van zonnestroom. WKO opslag is met name noodzakelijk als wordt ingezet op TEO of zonthermie.

WARMTE-AFZETGEBIEDEN

In dit hoofdstuk worden de mogelijke warmte-afzetgebieden voor de warmte verder gedefinieerd. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie gebieden: Aarle-Rixtel, De Eeuwsels en de combinatie van deze twee. Aarle-Rixtel wordt in de Transitievisie Warmte (TVW) van de gemeente Laarbeek aangestipt als één van de twee dorpen (naast Mariahout) om de warmtetransitie te starten. De Eeuwsels wordt gelijkswijs in de TVW van de gemeente Helmond aangewezen als één van de 10 buurten die het meest geschikt zijn om te starten met de transitie naar aardgasvrij wonen. De grenzen van beide afzetgebieden bevinden zich op minder dan een km van de RWZI Aarle-Rixtel.

Er wordt geadviseerd om niet alle huizen en utiliteitsgebouwen in Aarle-Rixtel en De Eeuwsels aan te sluiten. Er wordt in dit hoofdstuk een toelichting gegeven op dit advies en de keuze van de precieze afzetgebieden binnen deze dorpskern en wijk.

Afwegingen

Voor het afzetgebied is er voor gekozen om gebieden aan te sluiten met een hoge warmtedichtheid en een hoog warmteniveau.

Een hoge warmtedichtheid houdt in dat de warmtevraag groot is in verhouding met de gebiedsgrootte. In gebieden met een lage warmtedichtheid is er relatief veel distributienet nodig om een klein aantal woningen van warmte te voorzien. De maatschappelijke kosten voor deze gebieden zijn daardoor onaanvaardbaar hoog en er kan hier beter voor een andere (individuele) oplossing worden gekozen. Met name in Aarle-Rixtel vallen hierdoor gebieden in de wijk af voor een aansluiting.

Een hoog warmteniveau houdt in dat de huizen een midden temperatuur of hoge temperatuur nodig hebben voor ruimteverwarming. Deze keuze is relevant omdat het warmtenet gaat opereren op een aanvoertemperatuur van 70 °C. In de praktijk komt het erop neer dat nieuwbouwhuizen, gebouwd na 1992, geen deel worden van het afzetgebied. Door een wijziging in het bouwbesluit hebben huizen gebouwd in deze periode een verbeterde isolatiewaarde. Hierdoor zijn deze woningen, normaliter, beter geschikt voor lage temperatuur verwarming. Dit kan door middel van bijvoorbeeld een hybride of volledig elektrische warmtepomp.

De Eeuwsels

In afbeelding 3.1 is een kaart van De Eeuwsels afgebeeld met daarin omlijnd welke huizen en utiliteitsgebouwen het beste aangesloten kunnen worden. Hierbij is ervoor gekozen om toch een aantal nieuwbouwhuizen aan te sluiten omdat het om een klein aantal gaat die toch al dicht bij het distributienet zullen liggen. Voor De Eeuwsels wordt geadviseerd om bijna alle woningen en utiliteit aan te sluiten op een klein blokje na waar een lage temperatuurvraag is. Eén van deze woningcomplexen heeft al een centraal opgestelde gasabsorptie warmtepomp.

Afbeelding 3.1 Omlijning van het afzetgebied in De Eeuwseis



Aarle-Rixtel

In afbeelding 3.2 is een kaart van Aarle-Rixtel afgebeeld met daarin omljnd welke huizen en utiliteitsgebouwen het beste aangesloten kunnen worden. Voor Aarle-Rixtel wordt geadviseerd om een aantal gebieden niet aan te sluiten door een te lage warmtedichtheid of omdat een lager temperatuurniveau voor ruimteverwarming voldoet. Daarnaast is er bij de utiliteitsgebouwen voor gekozen om Artex BV niet aan te sluiten als warmteafnemer. De temperaturen die Artex nodig heeft voor de meeste van hun processen is niet compatibel met een MT-warmtenet (70 °C).

Afbeelding 3.2 Omlijning van het afzetgebied in Aarle-Rixtel



Warmtevraag afzetgebieden

In paragraaf 2.2. is een analyse van het warmtevraagprofiel en vermogensvraag van De Eeuwsels en Aarle-Rixtel weergegeven. Deze profielen zijn gebaseerd op een beschouwing van de volledige wijken en deze warmtevraag is dus iets hoger dan wat overeenkomt met de hier gegeven afzetgebieden. Voor het vervolg van het verslag is de warmtevraag bijgesteld naar de hier gedefinieerde afzetgebieden. Daarmee is de piekvermogensvraag voor de gecombineerde gebieden naar beneden geschaald van 24,5 naar 23,7 MW.

4

WARMTEBRON COMBINATIES

Op basis van de analyse in hoofdstuk 2 zijn zes warmtebroncombinaties opgesteld. Deze zijn hieronder verder uitgewerkt:

- 1 TEA + gasketel;
- 2 TEA + e-boiler;
- 3 TEA + luchtwarmtepomp + gasketel;
- 4 TEA + luchtwarmtepomp + e-boiler;
- 5 TEA + TEO + WKO + gasketel;
- 6 TEA + TEO + WKO + e-boiler.

Effluentwarmte met waterwarmtepomp + piekketel (combi 1 en 2)

In alle combinaties wordt effluentwarmte als basislast genomen. In combinatie 1 en 2 levert de water/water warmtepomp op basis van effluentwarmte 8,0 MW_{th} en onttrekt hiervoor 5,9 MW_{th} uit het effluentwater. In deze situatie is er geen aparte middenlast-bron benodigd en de pieklast wordt opgevangen door een piekketel op respectievelijk aardgas of elektriciteit. De verdeling is als weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Combinatie 1 en 2 - Effluentwarmte met waterwarmtepomp en piekketel

Type bron	Thermische vermogen	Vollasturen	Percentage warmtevraag
basislast	8,0 MW _{th}	6.390 vollasturen	84 %
pieklast	15,7 MW _{th}	630 vollasturen	16 %

Effluentwarmte met waterwarmtepomp + luchtwarmtepomp + piekketel (combi 3 en 4)

In combinatie 3 en 4 levert de water/water warmtepomp op basis van effluentwarmte 4,8 MW_{th} als basislast en onttrekt hiervoor 3,6 MW_{th} uit het effluentwater. Aanvullend functioneert een lucht/water warmtepomp als middenlast-bron. De piekvoorziening kan met een gasketel of e-boiler worden ingevuld. De luchtwarmtepomp zou als middenlast-bron kunnen worden ingezet indien de potentie van het effluentwarmte onverwacht niet toereikend is of voor mogelijke uitbreiding van het warmtenet en dus vergroting van de warmtevraag. De middenlast-bron wordt voorgesteld als 4,8 MW_{th}. Dit komt overeen met 40 % reductie van de potentie van het effluent. De verdeling is als weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Combinatie 3 en 4 - Effluentwarmte met waterwarmtepomp, luchtwarmtepomp en piekketel

Type bron	Thermische vermogen	Vollasturen	Percentage warmtevraag
basislast	4,8 MW _{th}	7.860 vollasturen	62 %
middenlast	3,2 MW _{th}	4.180 vollasturen	22 %
pieklast	15,7 MW _{th}	630 vollasturen	16 %

Effluentwarmte met waterwarmtepomp + regeneratiebron + piekketel (combi 5 en 6)

In combinatie 5 en 6 levert de water/water warmtepomp de volledige 8,0 MW_{th} op basis van effluentwarmte en TEO in combinatie met een WKO als warmteopslag. De WKO wordt in de zomer opgeladen met warmte op basis van warmte uit oppervlaktewater. De piekketel behoudt hetzelfde vermogen als bij combinatie 1 en 2 en wordt ingevuld met een e-boiler of gasketel. De verdeling is dan als weergegeven in tabel 4.3.

Tabel 4.3 Combinatie 5 en 6 - Effluentwarmte met waterwarmtepomp, TEO, WKO en piekketel

Type bron	Thermische vermogen	Vollasturen	Percentage warmtevraag
basislast	4,8 MW	4.717 vollasturen	62 %
middenlast	3,2 MW	2.500 vollasturen	22 %
pieklast	15,7 MW _{th}	630 vollasturen	16 %

Zonthermie als alternatief voor TEO niet wenselijk

Een alternatief voor TEO, in combinatie 5 en 6, is het gebruik van zonthermie als warmtebron. Deze optie is echter niet beschouwd omdat de kosten van zonthermie veel hoger liggen. De reden hiervoor is drieledig:

- 1 de bronkosten zijn hoger;
- 2 de benodigde opslagcapaciteit is groter;
- 3 het bovengrondse ruimtebeslag is groter.

Het eerste punt volgt uit het kostenoverzicht in hoofdstuk 2. Het tweede punt wordt hieronder nog verder toegelicht. Het derde punt is een aandachtspunt, omdat er nabij de RWZI niet direct gronden beschikbaar zijn voor het realiseren van een zon thermische installatie.

Benodigde opslagcapaciteit

Doordat TEO en zonthermie beide seizoen- en weerafhankelijk zijn, kan slechts een gedeelte van het jaar warmte worden gewonnen. Bovendien wordt de warmte hoofdzakelijk in de zomer geproduceerd, terwijl deze met name in de winter nodig is. En dus is seizoensgebonden opslag, in de vorm van een WKO, noodzakelijk. Met name bij zonthermie is de periode waarin warmte beschikbaar is zeer kort (600 uur) in vergelijking met TEO (2.500 uur). Hierdoor moet er in korte tijd heel veel energie worden opgeslagen. Het gevolg is dat daarvoor meer WKO bronnen nodig zijn:

- oppervlaktewater: 6,1 MW_{th} voor de TEO installatie en 6,1 MW_{th} voor de WKO;
- zonthermie: 25,2 MW_{th} voor de zon thermische installatie en 15,3 MW_{th} voor de WKO.

5

SCENARIO-ANALYSE

In dit hoofdstuk wordt een scenario analyse uitgevoerd. Daarbij zijn 18 scenario's vergeleken op basis van warmtenetkosten, bronkosten (EUR/GJ), Bijdrage Aansluitkosten (BAK), CO₂- en NO_x-emissie. Voor het bepalen van de bijdrage aansluitkosten is per scenario een businesscase opgesteld. De kosten en inkomsten, die dienen als input voor de businesscase, zijn nog niet tot in detail uit te werken en berusten op verscheidene aannames.

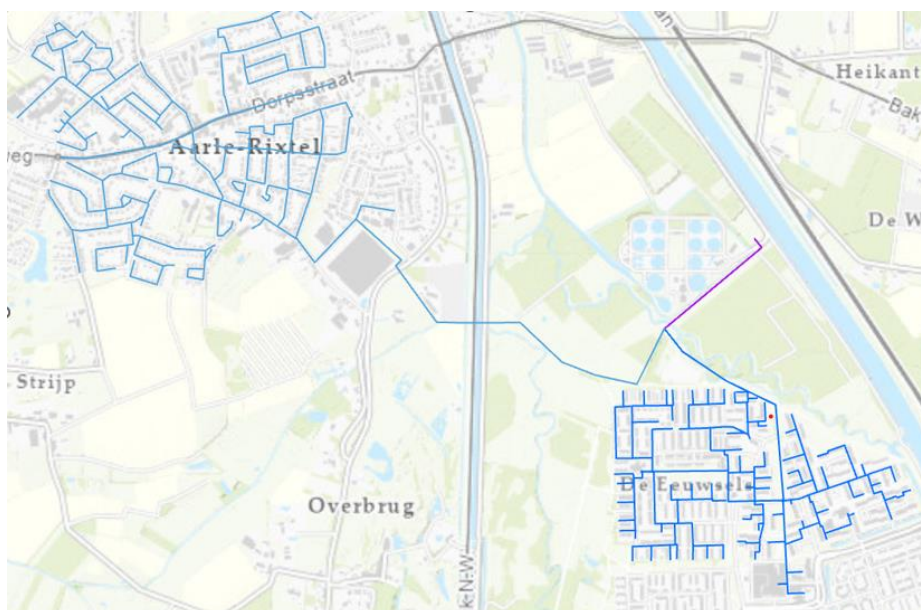
5.1 Warmtenetkosten per warmte-afzetgebied

Directe bouwkosten distributie en transportnet

Afbeelding 5.1 laat het schetsontwerp zien voor het transportnet naar de afzetgebieden in Aarle-Rixtel en in De Eeuwsels en de distributienetten in deze afzetgebieden. Bij het schetsontwerp is rekening gehouden met de inpassing van onderstations in de gebieden.

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de afstanden van de leidingen van het transport- en distributienet. De directe bouwkosten zijn ook gegeven. De huidige kostenraming van het warmtenet heeft een onzekerheidsmarge van +/- 40 %. Het transportnet 1 is nodig voor beide afzetgebieden, terwijl transportnet 2 opgesplitst is in een deel dat aftakt naar Aarle-Rixtel en een deel dat aftakt naar De Eeuwsels.

Afbeelding 5.1 Schetsontwerp transport- en distributienet voor Aarle-Rixtel en De Eeuwsels



Tabel 5.1 Afstanden en kosten voor warmtenet in De Eeuwsels en Aarle-Rixtel

	De Eeuwsels	Aarle-Rixtel
afstand		
transportnet 1	500 m	
transportnet 2	840 m	1.500 m
distributienet	9.300 m	15.100 m
directe bouwkosten (exclusief aansluitleidingen)		
transportnet 1	0,8 M EUR	
transportnet 2	1,3 M EUR	2,4 M EUR
distributienet	15,3 M EUR	25,0 M EUR
totaal	10.600 EUR/weq	12.400 EUR/weq

Selectiefactoren voor tracékeuze transportnet

Het schetsontwerp van het transportnet is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- 1 in het buitengebied loopt de leiding zoveel mogelijk langs percelen of wegen in plaats van erdoorheen;
- 2 er worden zo min mogelijk watergangen gekruist;
- 3 de route is zo kort mogelijk, met inachtneming van punt 1 en 2;
- 4 het transportnet komt uit op een deel van het afzetgebied waar de warmtevraag hoog is per aansluitleiding. Denk hierbij aan utiliteitsgebouwen en appartement complexen.

Kosten van aansluitleidingen en afleversets

Voor de aansluitleidingen is een onderscheid gemaakt tussen drie type woningen en utiliteitsgebouwen. De drie type woningen zijn als volgt:

- 1 grondgebonden (GGB) enkel: dit zijn huizen die afzonderlijk aangesloten worden;
- 2 GGB geschakeld: dit zijn geschakelde huizen die samen aangesloten kunnen worden door bijvoorbeeld de leiding via de dakgoot van de huizen te laten lopen. Er is vanuit gegaan dat dit mogelijk is bij straten waar circa 10 of meer rijtjes woningen zijn. De kosten per woning gaan hierdoor omlaag;
- 3 gestapeld: dit zijn appartementen die gestapeld zijn en dus samen een aansluiting op het distributienet hebben. Hierbij gaan de kosten voor de aansluitleidingen ook omlaag, maar zijn wel nog steeds hoger dan voor de grondgebonden geschakelde woningen.

Aansluitleiding bij meer dan 10 woningen

De conventionele manier om woningen aan te sluiten op een warmtenet is met een ondergrondse verbinding. Bij rijtjes rijwoningen van meer dan 10 woningen kan het aantrekkelijk zijn om meerdere woningen aan te sluiten via 1 aansluitleiding langs de nok, dakgoot of ander punt aan de bovenkant van de woning. Voorwaarden voor deze werkwijze zijn:

- rijtjes woningen van meer circa 10 woningen of meer;
- aanwezigheid van veel corporatiebezit, omdat het daardoor makkelijk is om afspraken te maken over de aanleg van een leiding via het dak. Dit is in De Eeuwsels het geval en daarom is er voor gekozen om bij rijtjes van circa 10 woningen of meer uit te gaan van dit type aansluitleiding.

Tabel 5.2 laat de investeringskosten zien voor de aansluitleiding tot in de woning inclusief de afleverset. Voor gestapelde woningen is ook rekening gehouden met de kosten voor de benodigde centrale afleverset.

Tabel 5.2 Kosten voor het aansluiten per type woning of utiliteit

Type woning	Kosten aansluitleiding en afleverset
grondgebonden woningen - enkel	EUR 5.700
grondgebonden woningen - geschakeld	EUR 3.700
gestapelde woningen	EUR 5.140 (incl. centrale afleverset)
utiliteit	EUR 8.100

5.2 Bronkosten per scenario

De gecombineerde bronkosten bestaan uit de investeringskosten voor de installaties en eventueel gebouw, de operationele kosten en de energiekosten. Voor de energiekosten is gerekend met de zakelijke tarieven voor elektriciteit en gasverbruik van Essent van 1 januari 2022 (EUR 147/MWh voor elektriciteit en EUR 0,48 per m³ aardgas. Dit zijn de bedragen exclusief energiebelasting, ODE en omzetbelasting. In de businesscase zijn de energiebelasting en ODE wel meegenomen.

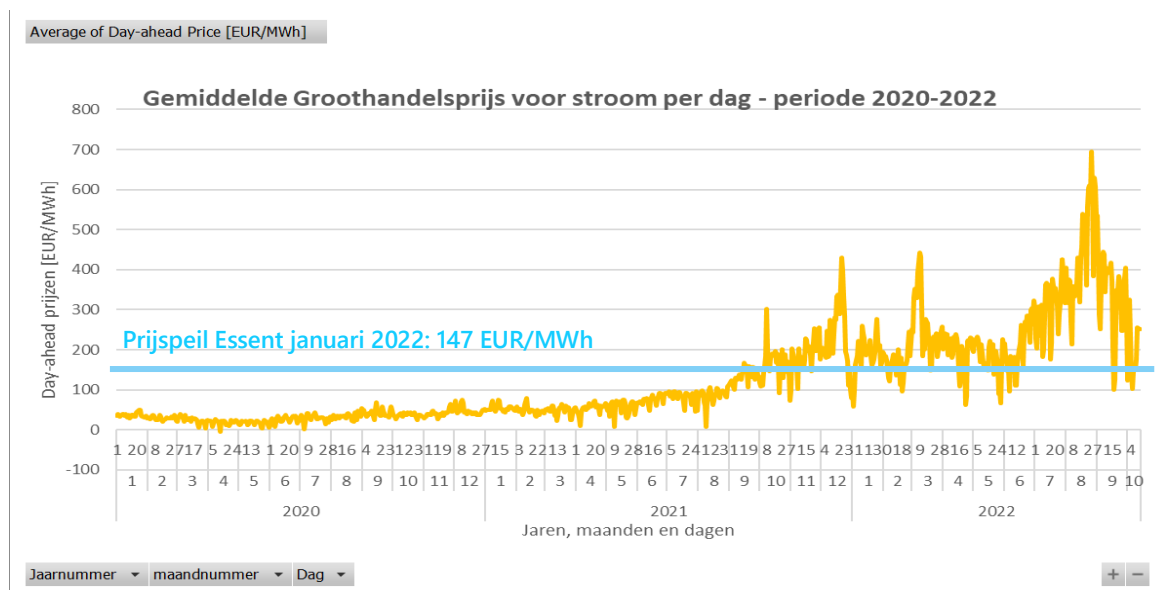
Toelichting bij prijspeil energieprijzen

De elektriciteit- en gasmarkt is sinds de zomer van 2021 zeer onvoorspelbaar geworden, terwijl deze daarvoor relatief constant was (zie afbeelding 5.2 voor een indruk van de ontwikkeling van de elektriciteitsprijzen tussen 2020 tot oktober 2022). Er bestaat daardoor veel onzekerheid over de ontwikkeling van de elektriciteit en gasprijzen in de toekomst. Wel is de verwachting dat de hoge en volatiele energieprijzen de komende paar jaar zullen aanhouden door een beperkte beschikbaarheid van aardgas, mede als gevolg van de oorlog in Oekraïne.

Keuze voor prijspeil

Voor de elektriciteit- en gasprijzen is uitgegaan van het prijspeil op 1 januari 2022, omdat deze prijs beduidend hoger ligt dan daarvoor, maar ook niet op de top van de elektriciteitsprijs is gebaseerd. Daarmee vormt het gekozen prijspeil een middenweg tussen een optimistisch en pessimistisch prijsniveau. Belangrijk om daarbij te vermelden is dat de warmteprijs en elektriciteitsprijs beide een samenhang kennen met de gasprijs. Het prijspeil voor warmte is gebaseerd op de ACM tarieven voor 2022 die jaarlijks in november door de ACM worden vastgesteld. Ook ACM probeert hierbij in te schatten hoe de gasprijs zich in het komende jaar zal ontwikkelen. De elektriciteit-, gas- en warmteprijzen moeten daarom in samenhang worden beschouwd. Met een te hoge warmteprijs worden de inkomsten te optimistisch ingeschat, terwijl met een te hoge elektriciteit- en/of gasprijs de kosten te pessimistisch worden ingeschat.

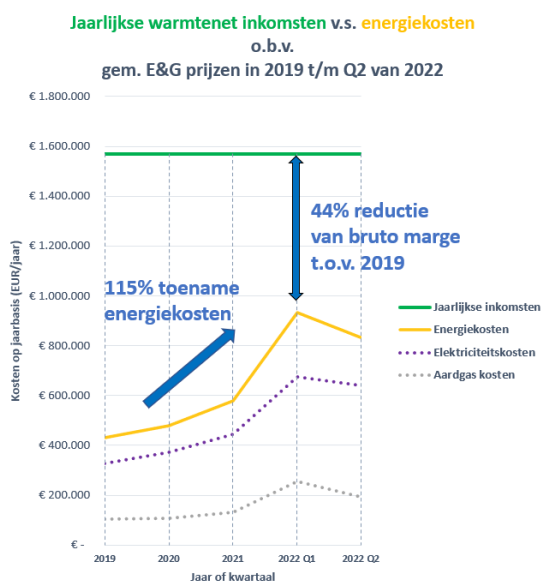
Afbeelding 5.2 Gemiddelde groothandelsprijs voor elektriciteit per dag in de periode van 2020-2022



Illustratie van samenhang tussen de businesscase, warmteprijs en energiekosten

Om de samenhang tussen de businesscase, warmteprijs en energiekosten te illustreren volgt hier een kort denkbeeldig scenario. Stel, de gemeente X heeft in 2019 een gemeentelijk warmtenet voor 1000 woningen gerealiseerd op basis van een warmtepomp met afvalwater van een RWZI (TEA) als warmtebron en een gasketel voor de koude dagen. De warmtetarieven (en dus inkomsten) blijven constant en zijn gebaseerd op de toen geldende maximale warmteprijs van de ACM. Uit het verschil tussen de inkomsten en uitgaven wordt de investering in de bronnen en warmtenet terugverdiend, dus voldoende marge is belangrijk voor een sluitende businesscase. In onderstaande afbeelding is aan de hand van het denkbeeldig scenario, het verloop van de energiekosten weergegeven voor de periode 2019 t/m Q2 van 2022. Daarbij is elk jaar/kwartaal gecorrigeerd voor de toen geldende energieprijzen voor gas (gasboiler) en elektriciteit (warmtepomp). In de afbeelding rechts is goed te zien dat de energiekosten sterk toenemen als gevolg van de hogere energieprijzen, waardoor de bruto marge sterk daalt.

Gemiddeld gasverbruik van woning	
• 1500 m ³ /jaar ~54 GJ/jaar	
Eindegebruikerskosten warmtenet in 2019:	
• vastrecht incl. meten:	€ 388,84,-
• huur afleverst:	€ 126,19,-
• kosten warmte o.b.v. € 26,06,- per GJ:	€ 1407,24
• Totaal eindegebruikerskosten per jaar*	€ 1922,27
*Prijzen o.b.v. ACM maximum voor 2019 inclusief 21% btw	
Jaarlijkse inkomsten gemeentelijk warmtebedrijf (aaname: 1000 woningen)	
• 1000 x 1922,27 / 1,21 (21% btw):	€ 1.5700.000,- per jaar
Woningen op warmtenet (aaname: 1000 woningen):	
• Warmtevraag 1000 woningen:	54.000 GJ per jaar
• Warmteverliezen warmtenet:	11.000 GJ per jaar
• Warmte geleverd door bronnen:	65.000 GJ per jaar
Type warmtebron en percentage warmtelevering:	
• Warmtebron aan warmtebronnen:	100% van totaal, dus: 65.000 GJ per jaar
• Warmtepomp o.b.v. TEA:	85% door warmtepomp, dus: 55.000 GJ per jaar
• Gasketel:	15% door ketel, dus: 10.000 GJ per jaar
Warmtelevering uit stroom en gas:	
• Rendement van warmtepomp (SCOP):	4,0
• Rendement gasketel:	90%
• Warmtepomp: 55.000 / 4 / 0,0036:	3.800.000 kWh elektriciteit per jaar
• Gasketel: 10.000 / 0,9:	11.000 GJ aardgas per jaar
Gas en stroomprijs 2019 (excl. btw, inclusief energiebelasting en ODE):	
• Aardgasprijs: 9,561 €/GJ (o.b.v. klasse niet-huishoudens 10 tot 100 TJ)	
• E-prijs: 0,086 €/kWh (o.b.v. klasse niet-huishoudens 2.000 tot 20.000 MWh)	
Energiekosten in 2019	
• Totale energiekosten warmtenet:	€432.000 per jaar
• Elektriciteit:	€328.000 per jaar
• Aardgas:	€105.000 per jaar



Score per bronscenario

De gecombineerde bronkosten, jaarlijkse CO₂-emissie in 2020 en 2030 en NO_x-emissie zijn opgenomen in tabel 5.3. Uit tabel 5.3 volgt dat een installatie op basis van alleen effluent of effluent en een lucht-warmtepomp resulteert in de laagste bronkosten. De keuze voor een e-boiler in plaats van een gasboiler resulteert in significant hogere bronkosten, maar richting 2030 wel in significant lagere CO₂-emissie en onafhankelijkheid van gas. Het inzetten van een e-boiler is duurder deels door hogere investeringskosten van de installatie, maar voornamelijk door de hogere energieprijzen voor elektriciteit in vergelijking met gas.

De CO₂-emissie van de e-boiler gaat in de toekomst omlaag omdat de elektriciteitsmix steeds groener wordt. De CO₂-emissie van een gasketel blijft ongeveer hetzelfde in de toekomst, tenzij er in de toekomst nog groen gas beschikbaar komt. Alle warmtebroncombinaties gaan in CO₂-emissie naar beneden tussen nu en 2030 doordat de elektriciteitsmix schoner wordt en alle combinaties, ook die met een gasketel, hebben een basis warmtebron op elektriciteit.

Tabel 5.3 Score per warmtebroncombinatie

Bronsystemen en piekinstallatie	Bronkosten	CO ₂ -emissie in 2020	CO ₂ -emissie in 2030	NO _x -emissie
-	EUR/GJ	kg CO ₂ -equivalent	kg CO ₂ -equivalent	(-/-+/+)
TEA + gasketel	EUR 20,00	6.600	3.600	
TEA + e-boiler	EUR 25,80	7.200	2.100	-
TEA + luchtwarmtepomp + gasketel	EUR 19,60	6.600	3.600	++
TEA + luchtwarmte- pomp+ e-boiler	EUR 25,40	7.200	2.200	-
TEA+TEO+WKO+ gasketel	EUR 21,40	6.800	3.700	++
TEA + TEO + WKO + e-boiler	EUR 27,20	7.400	2.200	-

Toelichting bij NO_x-score in tabel 5.3

De NO_x-emissies zijn kwalitatief ingeschat. De score is weergegeven met de symbolen: "++" en "--". Deze symbolen dienen als volgt geïnterpreteerd te worden:

- "++": Ten opzichte van de andere bronsystemen is sprake van weinig NO_x-emissies;
- "--": Ten opzichte van de andere bronsystemen is sprake van veel NO_x-emissies.

5.3 Basis businesscase per scenario

Op basis van de zes warmtebroncombinaties en de drie afzetgebieden is voor elk van 18 scenario's een businesscase opgesteld. Tabel 5.4 bevat een overzicht van de uitgangspunten voor deze businesscase.

Tabel 5.4 Financiële uitgangspunten businesscase

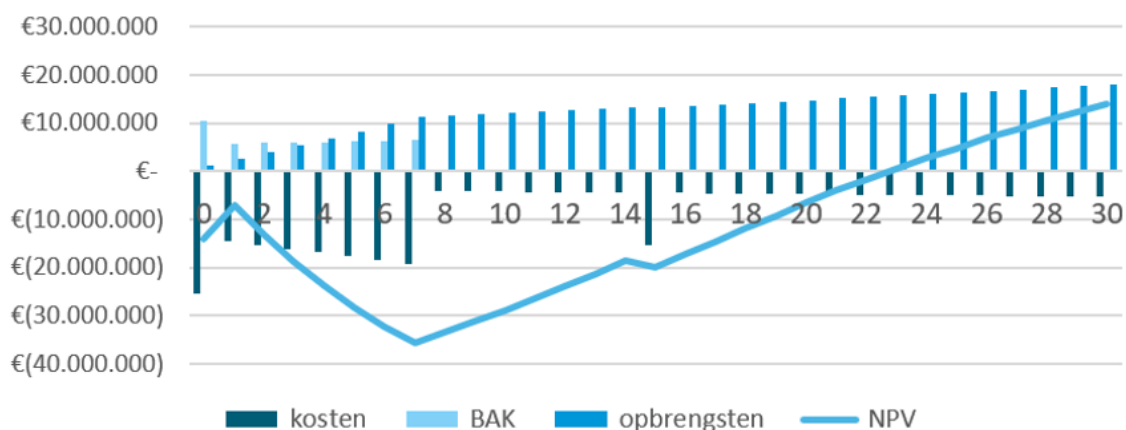
Uitgangspunt	Omschrijving	Opmerking
prijspeil	2022	zie paragraaf 5.2 voor een toelichting op het gekozen prijspeil en de samenhang met de gekozen warmteprijs
exploitatievorm	concessiemodel met DBFMO	de businesscase gaat uit van een concessiemodel met voorinvesteringen die door de verkoop van warmte en koude over een vastgestelde periode van 30 jaar terug moet worden verdiend. De exploitatievorm vormt een belangrijk uitgangspunt, maar uit zich in de businesscase met name in het benodigde rendement (de IRR). In de businesscase is het voornaamste verschil tussen een concessiemodel en gemeentelijk warmtebedrijf "de keuze" voor de IRR. Bij een gemeentelijk warmtebedrijf zou deze lager kunnen liggen, omdat er geen winstoogmerk is, hogere risico's acceptabel zijn en vermogen tegen een lagere rentevoet kan worden aangetrokken. De keuze voor een IRR van 7% is daarmee enigszins conservatief in het licht van een gemeentelijk warmtebedrijf. Daarmee geeft deze businesscase dus inzicht een licht conservatief beeld en zou de onrendabele top dus wat lager kunnen uitvallen als wordt gekozen voor een gemeentelijk warmtebedrijf. Daar staat tegenover dat een gemeentelijk warmtebedrijf ook zal leiden tot hogere overheidsuitgaven, waardoor een IRR van 7% ook hiervoor nog wat ruimte laat.
duur exploitatie	30 jaar	-
ontwikkelingsnelheid	warmteafzetgebied 1 en 2: - 250 woningen per jaar warmteafzetgebied 3: - 500 woningen per jaar	afzetgebied 1 = De Eeuwsels afzetgebied 2 = Aarle-Rixtel afzetgebied 3 = De Eeuwsels + Aarle-Rixtel
fasering	-	de fasering van de bouw is versimpeld meegenomen door aan te nemen dat de inkomsten van warmte verkoop lineair toeneemt tot het maximale in de ontwikkeltermijn (~8 jaar)
rendement exploitatie	7 %	IRR (Internal Rate of Return)
tariefstelsels: - warmtetarieven; - energieprijzen	markconform 2022 Eneco warmtetarief 2022 Essent Zakelijke tarieven 2022	aangenomen dat alle utiliteit een aansluiting <100 kW betreft Exploitant van warmtenet zal zakelijke tarieven betalen voor energiegebruik van de warmtebron
indexatie: - inflatie - prijsstijging elektriciteit - prijsstijging warmtetarieven - prijsstijging onderhoud en beheer	- 2,0 % per jaar; - 1,0 % per jaar; - 2,0 % per jaar; - 2,0 % per jaar	De gehanteerde indexatiewaarden zijn gebaseerd op gangbare waarden zoals worden gehanteerd door ECB en PBL.
SSK-raming	-	opbouw bouwkosten staan gespecificeerd in de bijlage
kosten vervangen/herstellen verharding	-	de kosten voor het vervangen van de asfalt of klinkers is meegenomen als onderdeel van de businesscase
subsidies	-	nog niet meegenomen
BAK	-	de BAK is de onrendabele top verdeeld over de utiliteit en woningen

Opbouw businesscase

In afbeelding 5.3 is het jaarlijkse resultaat en het cashflow verloop weergegeven voor het systeem met bronnenmix 1 (effluent + gasboiler) en afzetgebied 1 (De Eeuwsels + Aarle-Rixtel):

- een deel van de investeringen wordt genomen in jaar 0, de overige investeringen gedurende de ontwikkeltermijn;
- in jaar 15 zijn de herinvesteringskosten voor de installaties opgenomen;
- de jaarlijkse kosten zijn voor energie (gas en stroom) en O&M-kosten van de installaties;
- de BAK is verdeeld over de ontwikkelperiode naar verhouding met de investeringskosten.

Afbeelding 5.3 Cashflow model businesscase met rendementseis van 7 % - Afzetgebied 1, bronnenmix 1



Bijdrage aansluitkosten per scenario

De bijdrage aansluitkosten zijn bepaald voor de combinaties van de zes broncombinaties en drie afzetgebieden. Tabel 5.5 bevat de BAK per woning om de onrendabele top te dekken. Daarbij is de bijdrage aansluitkosten van utiliteit al van de onrendabele top afgetrokken. Voor utiliteit is gerekend met een BAK van 75 EUR/m² bruto vloeroppervlakte (BVO). Op basis van tabel 5.5 kunnen de volgende observaties worden gedaan:

- de BAK per woning ligt in Aarle-Rixtel hoger dan in De Eeuwsels. De komt door de hogere kosten voor het transportnet, distributienet en aansluitleidingen;
- de BAK is voor afzetgebied 1 lager, omdat een deel van het transportnet voor beide wijken gebruikt kan worden;
- de BAK is het laagst bij gebruik van broncombinatie 1 (TEA + gasketel) en broncombinatie 3 (TEA + luchtwarmtepomp + gasketel);
- de BAK is significant hoger als wordt gekozen voor een e-boiler (combinatie 2, 4, 6). Het verschil in kosten komt door de hogere investeringskosten van een e-boiler, maar voornamelijk door de hogere elektriciteitskosten;
- de BAK is hoger voor broncombinatie 5 en 6, omdat naast een TEO installatie ook meerdere WKO doubletten nodig zijn, die kostenverhogend werken en zorgen voor een hogere onrendabele top.

Tabel 5.5 BAK per woning voor verschillende scenario's

Scenario	Afzetgebied 1 (combi)	Afzetgebied 2 (De Euwsele)	Afzetgebied 3 (Aarle-Rixtel)
TEA + gasketel	EUR 12.300,00	EUR 12.000,00	EUR 13.600,00
TEA + e-boiler	EUR 15.500,00	EUR 14.700,00	EUR 17.200,00
TEA + luchtwarmtepomp + gasketel	EUR 11.900,00	EUR 11.600,00	EUR 13.200,00
TEA + luchtwarmtepomp+ e-boiler	EUR 15.100,00	EUR 14.400,00	EUR 16.800,00
TEA+TEO+WKO+ gasketel	EUR 13.300,00	EUR 12.900,00	EUR 14.800,00
TEA + TEO + WKO + e-boiler	EUR 16.600,00	EUR 15.600,00	EUR 18.400,00

EVALUATIE VAN SCENARIO'S

Op grond van de scenario-analyse kan al gedeeltelijk worden ingegaan op de gestelde onderzoeksvragen afgeleid van de hoofdvraag:

- 1 is één collectief warmtesysteem voor beide gebieden voordeliger dan dat iedere gemeente apart een oplossing voor duurzame warmte ontwikkelt?
- 2 is een schaalbare warmtefabriek in dit gebied haalbaar? Zo ja, wat is het beste start- en toekomstscenario, (technisch, economisch, ruimtelijk, juridisch, governance), uitgewerkt in de volgende aspecten:
 - 2A: schaalbaarheid;
 - 2B: startscenario;
 - 2C: beste warmtebroncombinatie.

Antwoord op vraag 1: samen of apart

Eén collectief warmtesysteem voor zowel De Eeuwsels als Aarle-Rixtel is economisch voordeliger. Dubbelingen in installaties, warmtetransportnet en grondbeslag kunnen worden voorkomen wanneer beide gebieden gebruik maken van een gezamenlijk collectief warmtesysteem. Tevens kan een deel van het warmtetransportnet worden gebruikt om beide gebieden van warmte te voorzien.

Antwoord op vraag 2: haalbaarheid warmtefabriek

Een schaalbare warmtefabriek is technisch en economisch haalbaar. Er is ruim voldoende effluentwarmte beschikbaar om beide gebieden van warmte te voorzien.

Antwoord op vraag 2A: schaalbaarheid

Een verdere opschaling van de warmtefabriek kan gedeeltelijk worden vormgegeven met effluentwarmte. Daarbij is naar verwachting ter hoogte van de RWZI voldoende ruimte aanwezig om de warmtefabriek op te bouwen. Verdere opschaling vraagt om het gebruik van extra warmtebronnen: luchtwarmtepompen of een combinatie van Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) en WKO's. Technisch en economisch is het haalbaar om deze opschaling te realiseren, maar met name de ruimtelijke inpassing van extra WKO's vormt een aandachtspunt. De reden is dat bij inpassing van WKO doubletten rekening moet worden gehouden met verscheidene zaken, zoals:

- 1 de geohydrologische eigenschappen van de bodem (zoals de richting en snelheid van de grondstroom);
- 2 technisch inpassingsvraagstukken, zoals de minimale onderlinge afstand tussen WKO doubletten om thermische kortsluiting en hydraulisch beïnvloeding te voorkomen en inpassing van leidingwerk tussen de WKO doubletten en de technische ruimte met de warmtepomp en TEO installatie;
- 3 de aanwezigheid van beschermde natuurgebieden (EHS) rondom de RWZI die als gevolg van de plaatsing van WKO's niet negatief beïnvloed mag worden.

Antwoord op vraag 2B: startscenario

Er zijn verschillende perspectieven van waaruit het beste startscenario kan worden bepaald:

- technisch en ruimtelijk vormt De Eeuwsels het beste startscenario. Redenen hiervoor zijn onder andere de ruimere straatprofielen, het homogene woningaanbod en de aanwezigheid van gestapelde bouw (wat een hogere warmtedichtheid tot gevolg heeft);
- economisch vormt De Eeuwsels het beste startscenario, omdat 50 % van de woningen corporatiebezit is waardoor met slechts 1 partij (prestatie)afspraken kunnen worden gesloten en het volloopprijsco kan worden verkleind. Dit uit zich onder andere in een lagere onrendabele top en lagere kosten voor het warmtenet. Daar staat tegenover dat er in De Eeuwsels veel asfalt ligt en in Aarle-Rixtel niet. Het moeten verwijderen en opnieuw aanleggen van asfalt werkt kostenverhogend;
- duurzaamheid: ondanks dat De Eeuwsels technisch, ruimtelijk en economisch een beter startscenario vormt, is een voorname reden voor dit initiatief om de CO₂-emissie te verminderen. Als met beide buurten tegelijk wordt gestart, zal de CO₂-emissie zo snel mogelijk wordt teruggebracht;
- praktisch: Als eerst wordt begonnen met De Eeuwsels en later met Aarle-Rixtel, bestaat het risico dat dat bewoners van Aarle-Rixtel al besluiten om over te stappen op een alternatieve warmtevoorziening, waardoor het warmtenet minder aantrekkelijk wordt. Dit kan worden voorkomen door tegelijkertijd met beide buurten te starten.

Antwoord op vraag 2C: beste warmtebroncombinatie

De beste warmtebron combinatie kan op basis van verschillende criteria worden bepaald:

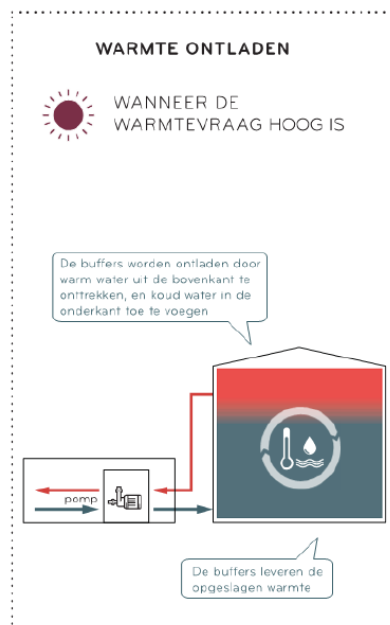
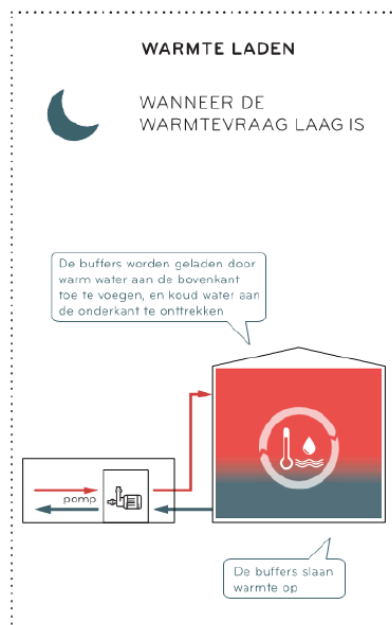
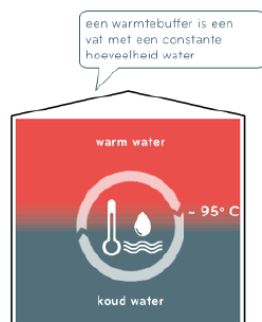
- technisch en ruimtelijk vormt combinatie 1 en 2 (warmtepomp + effluent en gasketel/e-boiler) de beste oplossing. Het ruimtebeslag en complexiteit van de installatie zijn het kleinst;
- duurzaamheid: De efficiëntie van een systeem op basis van effluent zorgt voor het hoogste systeemrendement en daarmee voor de laagste CO₂-emissie. Gebruik van een e-boiler als piekvoorziening resulteert in een significante reductie van de CO₂- en NO_x-emissie ten opzichte van een gasketel en een onafhankelijkheid van aardgas;
- economisch is een warmteoplossing op basis van een warmtepomp met effluent en gasketel het goedkoopste. Het gebruik van een e-boiler resulteert in significant hogere bronkosten. Optimalisaties qua inzet van de e-boiler zijn echter nog niet meegenomen en zouden de kosten kunnen verlagen.

In alle gevallen is een warmtepomp op basis van effluent in combinatie met een gasketel of e-boiler de beste optie.

Extra overwegingen ten aanzien van piekketels

Door voortschrijdend inzicht gedurende dit project zijn de auteurs tot het inzicht gekomen dat de afhankelijkheid van de gasketel en/of e-boiler ook kan worden verkleind door gebruik te maken van een piekbuffer. Het basale principe achter een piekbuffer is geïllustreerd in onderstaande afbeelding (bron: Eneco). Inzet van een piekbuffer zou een positief effect kunnen hebben op de businesscase, omdat een groter buffervat de exploitant/beheerder van de warmtepomp in staat stelt om warmte te produceren en tijdelijk op te slaan als de elektriciteitsprijzen laag zijn. Ook zou een piekbuffer een positief effect kunnen hebben op netcongestie, omdat de warmtepomp zou kunnen draaien op momenten dat er lokaal overschotten duurzame energie zijn, waardoor de belasting op het elektriciteitsnet kan worden verkleind.

Voor een soortgelijk warmtenetproject in Apeldoorn ([warmtenet Kerschoten](#)) op basis van effluentwarmte van de RWZI is de beoogd warmteleverancier (Linthorst Techniek) voornemens om de warmtepomp wat groter te dimensioneren en te werken met een buffer van meer dan 5.000 m³ i.p.v. 2x200 m³ uit het voorontwerp. Daarmee kan, in combinatie met de grotere warmtepomp, een nog groter gedeelte van de warmtevraag op een duurzame wijze worden ingevuld. Gasketels of e-boilers blijven wel noodzakelijk, maar kunnen kleiner worden gedimensioneerd en leveren minder warmte (en produceren dus minder CO₂ emissie) en/of dienen als back-up voor de warmtepomp. Naast dit voordeel heeft een grotere buffer als bijkomend voordeel dat het moment van warmteproductie meer kan worden gestuurd. Bijvoorbeeld op momenten dat er in de nabijheid (te) veel zonne-energie wordt geproduceerd en het elektriciteitsnet van Enexis overbelast dreigt te worden. Of op momenten dat de elektriciteitsprijzen laag zijn (eveneens bij veel zon of windproductie).



7

VOORKEURSVARIANT: SCHETSONTWERP, BUSINESSCASE EN MKBA

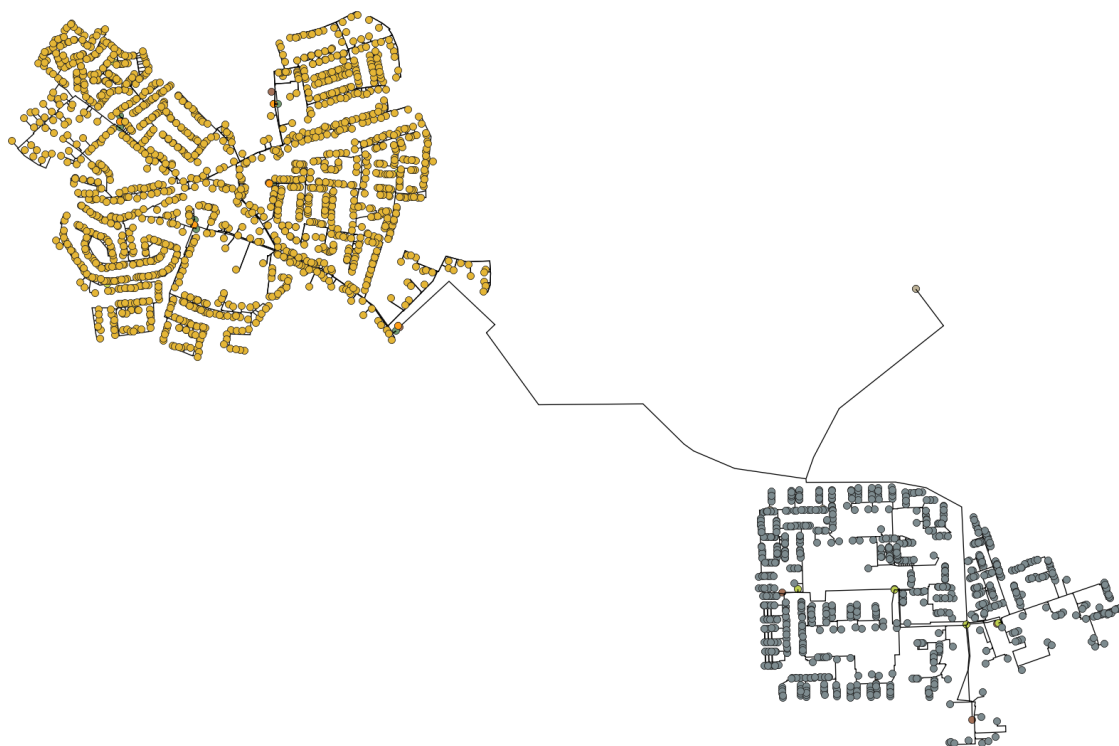
In de eerdere fasen van het project is een voorkeursvariant vastgesteld. Voor deze voorkeursvariant is een nieuw en nauwkeuriger schetsontwerp opgesteld, als ook een nieuwe kostenraming, businesscase en MKBA. Deze zaken worden in dit hoofdstuk beschreven.

7.1 Schetsontwerp

Investeringskosten van warmtenet

Voor het ramen van de directe bouwkosten en investeringskosten van het warmtenet is een schetsontwerp van het warmtenet opgesteld, waarbij gebruik is gemaakt van de betaalde software webtool GeoSmartDesign - Heat van The People Group. Het ontwerp dat wij op basis van dit softwarepakket hebben bepaald is weergegeven in afbeelding 7.1. Bijlage III geeft een overzicht van de gebruikte methode, kosten en kentallen.

Afbeelding 7.1 Schetsontwerp van het warmtenet voor De Eeuwsels en Aarle-Rixtel met in het midden de locatie van de RWZI



Investeringskosten op basis van directe bouwkosten

De investeringskosten van het warmtenet zijn vastgesteld op basis van de directe bouwkosten per fase, waarbij een opslagpercentage is gehanteerd om te komen tot investeringskosten. Voor de businesscase is gerekend met de investeringskosten, waarbij doormiddel van opslagpercentages is gecorrigeerd voor onvoorziene kosten, indirecte bouwkosten en engineering. Voor het bepalen van de investeringskosten is gewerkt met een SSK-raming methodiek. In tabel 7.1 zijn de gehanteerde opslagpercentages gegeven voor het warmtenet en de warmtebron installaties. Deze percentages worden gebruikt als een opslag boven op de directe bouwkosten. In totaal komt dit neer op een opslag voor het warmtenet van 59 % en voor de installaties van 46 %.

Op de investeringskosten is na toepassing van deze opslagen nog een onzekerheidsmarge van +/-40 % van toepassing. Dat heeft te maken met allerlei risico's die in dit stadium nog niet afgeprijsd kunnen worden.

Tabel 7.1 Opslagpercentage op directe bouwkosten

opslagpercentages	MT-net	Installaties
nader te detailleren kosten	20 %	10 %
indirecte bouwkosten	23 %	23 %
- eenmalige kosten	1 %	1 %
- algemene bouwplaatskosten	1 %	1 %
- uitvoeringskosten	8 %	8 %
- algemene kosten	8 %	8 %
- winst	3 %	3 %
- risico	2 %	2 %
niet benoemd objectrisico	10 %	10 %
engineering	5 %	2 %
niet benoemd engineering risico	10 %	10 %
overige kosten (verzekeringen en leges)	1 %	1 %
niet benoemde overige kosten	0 %	0 %

Directe bouwkosten

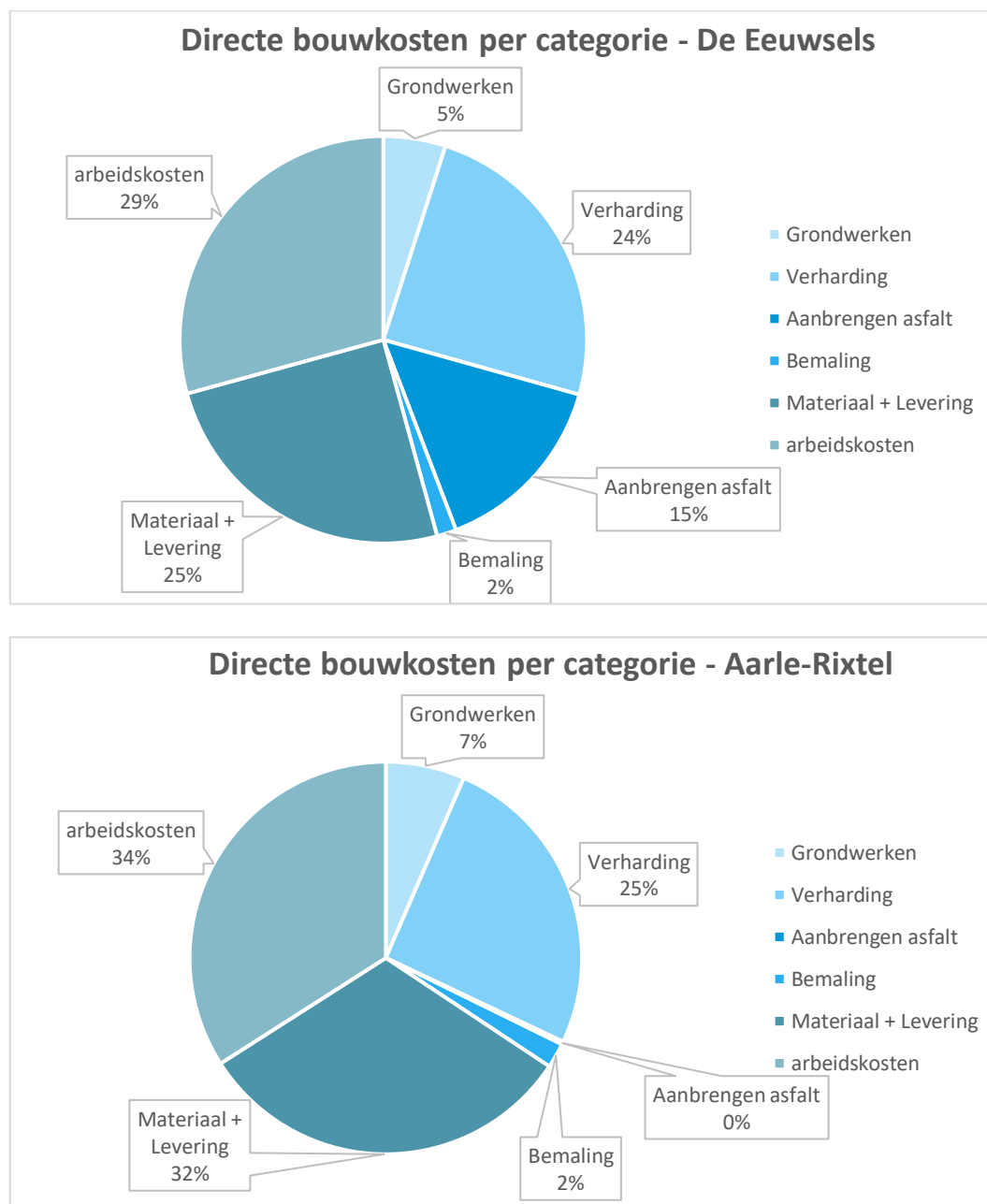
De directe bouwkosten van het transportnet en distributienet zijn opgenomen in tabel 7.2. Daarbij zijn de directe bouwkosten voor het opnieuw aanbrengen van asfalt apart weergegeven. De reden hiervoor is dat het opnieuw aanleggen van asfalt niet primair onderdeel is van de aanleg van het warmtenet en mogelijk door de gemeente in een aparte opdracht wordt uitbesteed. Voor de kostenraming zijn daarom de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1 als voor aanleg van het warmtenet asfalt wordt verwijderd, dan wordt de weg eerst (tijdelijk) dicht geblokt met open verharding (bijvoorbeeld klinkers) zodra het warmtenet is aangelegd. De kosten voor het verwijderen van asfalt en tijdelijke herbestrating zijn onderdeel van de directe bouwkosten voor aanleg van het warmtenet;
- 2 de kosten het verwijderen van de tijdelijke bestrating en het opnieuw asfalteren van die onderdelen zijn apart genoemd in tabel 7.2. Omdat het zal gaan om grote, aaneengesloten delen, is van een significant lagere kostprijs uitgegaan dan door de gemeente Helmond is aangegeven. Zie hiervoor bijlage III.

Tabel 7.2 Directe bouwkosten van leidingwerk

	Directe bouwkosten exclusief asfalt opnieuw aanleggen [EUR exclusief omzetbelasting]	Directe bouwkosten voor asfalt opnieuw aanleggen [EUR exclusief omzetbelasting]
transportnet	4.100.000	95.000
distributienet De Eeuwsels	5.700.000	990.000
distributienet Aarle-Rixtel	8.300.000	20.000

Afbeelding 7.2 Uitsplitsing van directe bouwkosten per type werkzaamheid voor het distributienet van De Eeuwsels en Aarle-Rixtel



Aandachtspunten

Doordat de GeoSmartDesign software tool rekening houdt met de ligging van kabels en leidingen in de ondergrond en infrastructuur op de bovengrond (op basis van KLIC data), kan de tool ook clashes aangeven. Clashes geven aan waar het gegenereerde warmtenetwerk horizontale raakvlakken heeft met potentieel gevaarlijke objecten in het projectgebied. Er wordt hierbij gekeken naar onderstaande KLIC lagen:

- buisleidingen met gevaarlijke stoffen;
- hoog- en middenspanningkabels;
- sporen;
- autowegen;
- dijken;
- waterwegen.

De clashes brengen risico's in kaart en kunnen in een latere ontwerpfase gebruikt worden om het ontwerp hierop aan te passen. Voor dit project is een schetsontwerp opgesteld wat nog ruimte kent voor verbeteringen en aanpassingen. Om die reden worden de risico's niet verder belicht of afgeprijsd.

Een aandachtspunt in een verdere ontwerpstage is de dijk bij de rivier de Aa waar het transportnet richting De Eeuwsels een doorkruising zal moeten maken. Het doorkruisen van een dijklichaam moet zeer zorgvuldig gebeuren en de waterkerende functie mag niet wordt aangetast. Dit aandachtspunt vormt geen showshopper, mits het in- en uittreepunt volledig zijn afgedicht en eventueel aanpalende maatregelen worden genomen, zoals het voorkomen van de kwelwerking bij een hoge waterstand. Houd rekening met aanvullende onderzoeken, extra kosten en een apart vergunningstraject. Het bevoegd gezag is waarschijnlijk het waterschap Aa en Maas zelf.

Investeringskosten woningaansluitingen en afleversets

Tabel 7.3 laat de investeringskosten zien voor de aansluitleiding tot in de woning inclusief de aansluiting en afleverset zien per type woning of utiliteit. Voor gestapelde woningen is rekening gehouden met de kosten voor een benodigd centrale afleverset.

Tabel 7.3 Kosten voor afleversets en aansluiten van woningen op het distributienet

Type woning	Kosten aansluitleiding en afleverset (exclusief btw)
grondgebonden woningen - enkel	EUR 7.200
grondgebonden woningen - geschakeld	EUR 5.200
gestapelde woningen	EUR 5.100 (incl. centrale afleverset)
utiliteit	EUR 8.100

7.2 Businesscase

Op basis van de twee warmtebroncombinaties (e-boiler of gasboiler) en ontwikkelsnelheid (300 of 600 weq/jaar) zijn vier scenario's geanalyseerd doormiddel van een businesscase. Tabel 7.4 bevat een overzicht van de uitgangspunten die voor deze businesscases zijn gehanteerd.

Tabel 7.4 Financiële uitgangspunten businesscase

Uitgangspunt	Waarde	Toelichting
rendement exploitatie (IRR)	10 %	Een marktconform rendement voor een exploitatie van het warmtenet is over het algemeen een IRR van 7 %. In deze businesscase is uitgegaan van een rendement op Eigen Vermogen van 10 %. Hierbij wordt rekening gehouden met de hoogte en het tijdstip van de kasstromen voor opbrengsten en uitgaven ten opzichte van de investering. Als gevolg van dit hogere percentage valt de onrendabele top ook hoger uit. In de praktijk zou het benodigde rendement lager kunnen liggen, zeker als wordt gekozen voor een gemeentelijk warmtebedrijf, omdat een gemeentelijk warmtebedrijf geen winstoogmerk kent, een hoger risico zou kunnen accepteren en financiering tegen een lagere rentevoet kan aantrekken.
Debt Service Coverage	minimaal 1,25	Dit getal geeft aan in hoeverre de warmtenet exploitant (of gemeentelijk warmtebedrijf) in staat is te voldoen aan de verplichtingen voor aflossing en rente voor het deel Vreemd Vermogen. Een DSCR van minimaal 1,25 is voor veel financiers een minimale eis. In geval van een gemeentelijk warmtebedrijf vormt dit waarschijnlijk geen probleem, omdat een gemeente meer liquide middelen tot haar beschikking heeft/kan maken dan een private partij.
maximum gearing (per jaar)	80 %	De verhouding tussen Eigen Vermogen en Vreemd Vermogen is in veel gevallen 20 %-80 %. Dus 20 % Eigen Vermogen inbreng en 80 % financiering met vreemd vermogen. Deze balans kan bij een gemeentelijk warmtebedrijf anders liggen, omdat er meer eigen vermogen wordt ingebracht. Dientengevolge zou daarmee ook het benodigde rendement lager kunnen liggen.
discount rate	10 %	Het rentepercentage dat wordt toegepast op de toekomstige kasstromen van de investering. Het is de basis om de Netto Contante Waarde te kunnen bepalen van het project. Voor dit percentage geldt dezelfde toelichting als voor de IRR. Bij een gemeentelijk warmtebedrijf zou de discount rate lager kunnen liggen.
corporate tax rate	25 %	Vennootschapsbelasting. Bij een operationeel resultaat hoger dan EUR 395.000 geldt dit tarief. Dit tarief zou in de context van een gemeentelijk warmtebedrijf niet van toepassing zijn, omdat er geen winstoogmerk is.
financing interest rate	4,6 %	Het percentage wat een financierder anno 2022 vraagt als rente. Bij een gemeentelijk warmtebedrijf kan mogelijk/waarschijnlijk tegen lagere rente financiering worden aangetrokken, wat zal leiden tot een lagere onrendabele top.
upfront fee	1 %	De kosten die een financierder rekent om Vreemd Vermogen beschikbaar te stellen
commitment fee	0,8 %	Bereidstellingsprovisie. De financierder stelt een bedrag beschikbaar. Over het deel wat nog niet is opgenomen door de lener, wordt een bereidstellingsprovisie gerekend. Het is daarom belangrijk om een goede balans te vinden tussen wanneer de investering nodig is versus de kosten voor een bereidstelling
inflatie	2,7 % per jaar	Deze correctie is toegepast op zowel de opbrengsten als de kosten
energieprijzen		Prijspeil november 2021 ¹ , exclusief BTW
- variabele warmteprijs	44,58 EUR/GJ	ACM tarief voor 2022.
- vastrecht warmte	388 EUR/jaar	ACM tarief voor 2022
- huur afleverset	108 EUR/jaar	ACM tarief voor 2022
- meettarief	23 EUR/Jaar	ACM tarief voor 2022
	0,25 EUR/kWh	exclusief energiebelasting, ODE en BTW
	0,91 EUR/m ³	exclusief energiebelasting, ODE en BTW

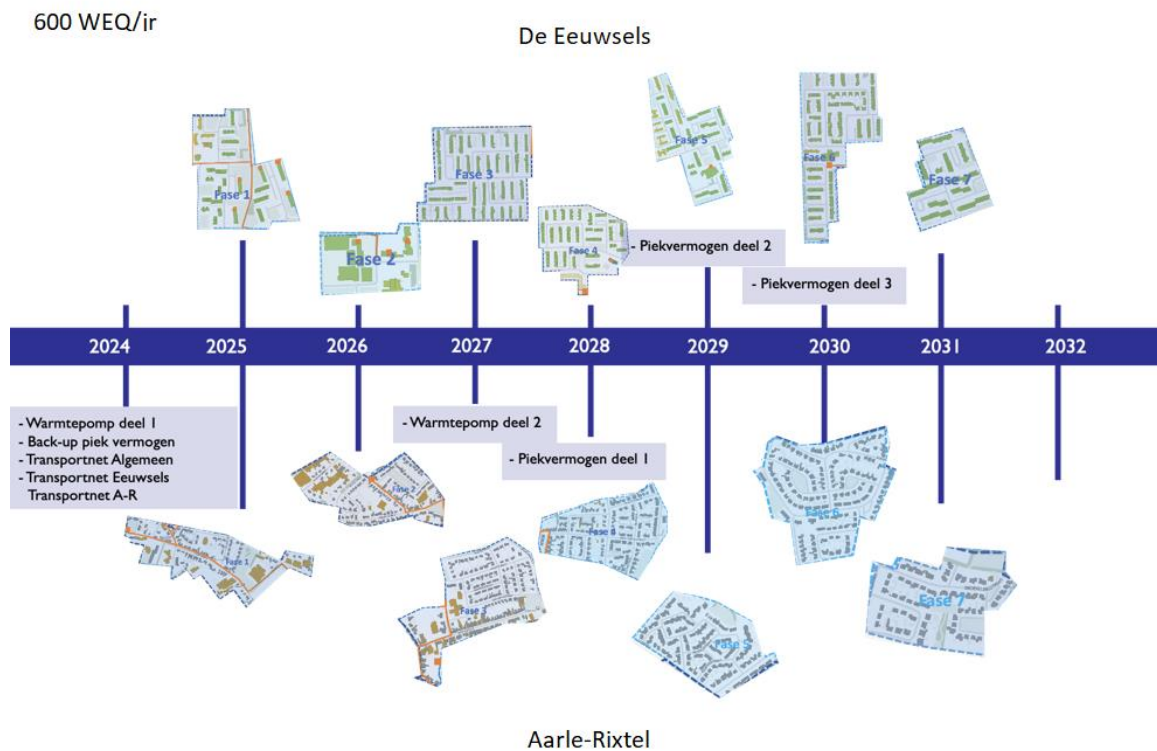
¹ De ACM tarieven voor warmte voor 2022 zijn gebaseerd op de gasprijs van november 2021. Om die reden zijn de prijzen van deze maand als referentie gebruikt. Zie voor een verdere toelichting op het prijspeil de toelichting in paragraaf 5.2

Uitgangspunt	Waarde	Toelichting
- variabele elektriciteitsprijs (zakelijk)		
- variabele gasprijs (zakelijk)		
bijdrage aansluitkosten utiliteit	75 EUR/m ²	
herinvesteringen (na 15 jaar)	70 %	
- warmtepomp	70 %	
- piekketels	30 %	
- TEA installatie		
indexatie:		Het is zeer onzeker hoe kosten en prijzen zich zullen ontwikkelen. Om die reden worden alle indices gelijk verondersteld aan de inflatie. Die is in dit geval hoger ingesteld dan de door de ECB gewenste inflatie van 2%, om enigszins te corrigeren voor de extreem hoge inflatie van dit moment.
- inflatie	- 2,7 % per jaar	
- prijsstijging elektriciteit	- 2,7 % per jaar	
- prijsstijging warmtetarieven	- 2,7 % per jaar	
- prijsstijging onderhoud en beheer		
kosten vervangen/herstellen asfalt	-	De kosten voor het vervangen van het asfalt is niet meegenomen als onderdeel van de businesscase
dubsidies	n.v.t.	Geen onderdeel van businesscase analyse. De mogelijke subsidie opties worden verderop in deze paragraaf toegelicht

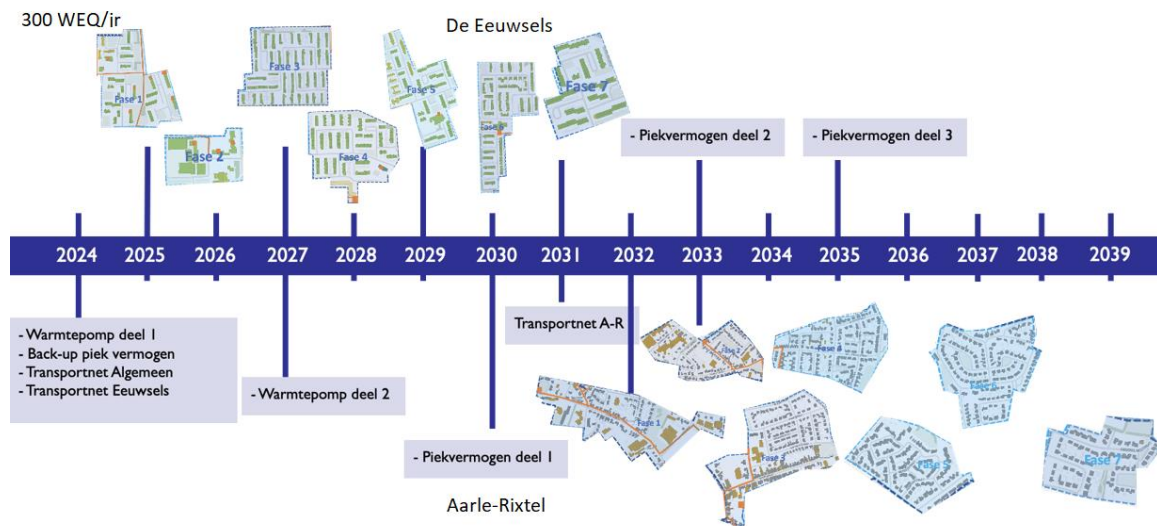
Ontwikkelingsnelheden

Er zijn twee ontwikkelingsnelheden gebruikt: 300 wooneenheden per jaar en 600 wooneenheden per jaar. In afbeelding 7.3 en afbeelding 7.4 is weergegeven hoe de de investeringen in opwekinstallaties en transportnetten zijn opgenomen per jaar. De kosten voor aanleg van distributienetten houdt gelijke tred met de momenten waarop de zeven fases in De Eeuwsels en Aarle-Rixtel worden aangelegd.

Afbeelding 7.3 Fasering van het warmtenet met een ontwikkelsnelheid van 600 weq/jaar



Afbeelding 7.4 Fasering van het warmtenet met een ontwikkelsnelheid van 300 weq/jaar

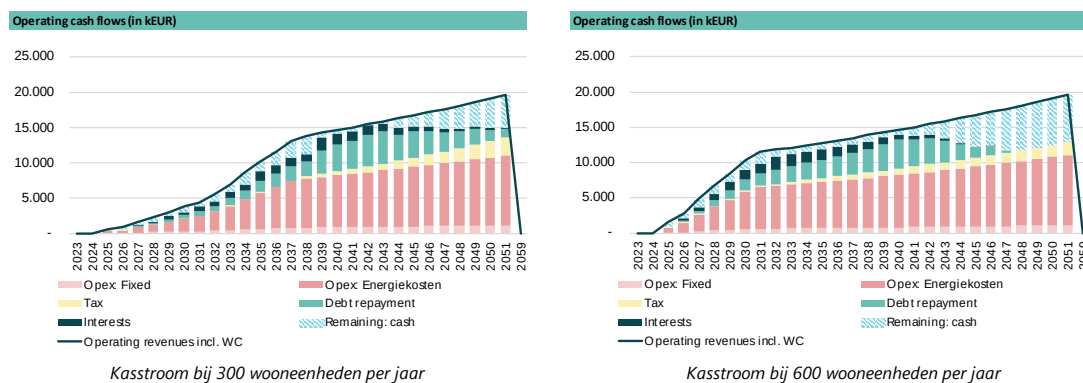


Overzicht kasstroom

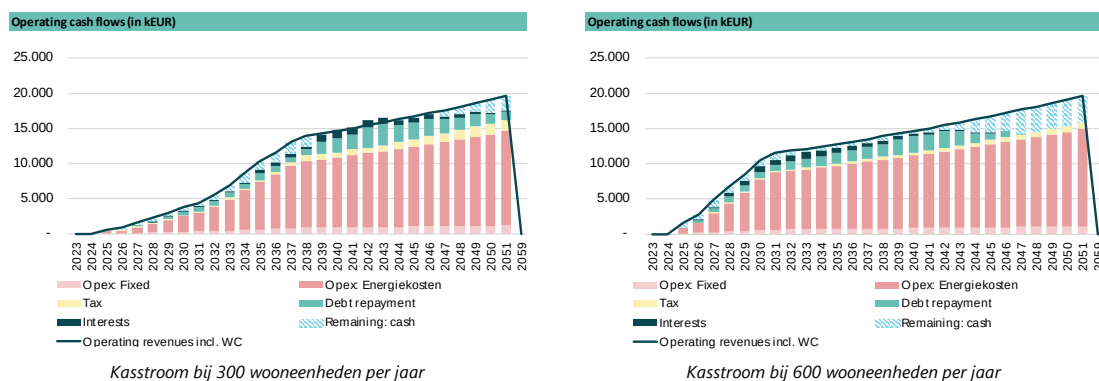
In afbeelding 7.5 en afbeelding 7.6 volgt een overzicht van operationele kasstromen over de hele exploitatieperiode. Naast de ontwikkelsnelheid wordt als piekopvang de gasketel tegenover de elektrische boiler gezet. Zowel de vaste als variabele operationele kosten zijn zichtbaar in de afbeeldingen. De vaste kosten bestaan hoofdzakelijk uit het beheer en onderhoud. De variabele operationele kosten uit de inkoop van elektra. Daarnaast is in de grafiek ook het verloop van de: vennootschapsbelasting, rentelast, operationele opbrengsten en aflossing te zien.

De vrije kasstroom is dan wat overblijft (het blauw gearceerde deel). Op basis van de twee ontwikkelsnelheden en de uitkomsten lijkt 600 wooneenheden per jaar met een gasketel als piekopvang beter uit te komen vanuit een financieel perspectief.

Abbeelding 7.5 Vergelijking kasstromen op basis van een gasketel voor 300 en 600 weq/jaar



Abbeelding 7.6 Vergelijking kasstromen op basis van een e-boiler voor 300 en 600 weq/jaar



Resultaat businesscase

Tabel 7.5 bevat de resultaten van een businesscase voor de vier scenario's. De tabel toont de onrendabele top, gegeven een IRR van 10 % en de benodigde gemiddelde BAK per woning.

Tabel 7.5 Onrendabele top en gemiddelde bijdrage aansluitkosten per woning

Categorie	Onrendabele top (IRR=10 %) (EUR, exclusief omzetbelasting)	Gemiddelde BAK per woning, exclusief subsidies (EUR, exclusief omzetbelasting)
weq=300 – gasboiler	EUR 45.000.000	EUR 13.000
weq=300 – e-boiler	EUR 73.000.000	EUR 21.000
weq=600 – gasboiler	EUR 28.000.000	EUR 8.000
WEQ=600 – e-boiler	EUR 51.000.000	EUR 15.000

Sensitiviteitsanalyse businesscase

Het 'weq=600 – e-boiler' scenario is getest op een aantal mogelijke situaties die zich kunnen voltrekken gedurende de bouwfase en de exploitatiefase. In totaal zijn 5 effecten inzichtelijk gemaakt:

- het effect van hogere/lagere investeringskosten;
- het effect van hogere/lagere operationele kosten;
- het effect van een hogere/lagere elektriciteitsprijs;
- het effect van hogere/lagere opbrengsten uit verkoop van warmte;
- het effect van het volloopprijsico.

De drie grootste risico's zijn op de volgende pagina beschreven. De sensitiviteit van het scenario op deze vijf effecten is in tabel 7.6 weergegeven. Daarbij is sensitiviteit op deze vijf effecten op twee manieren weergegeven:

- de sensitiviteit op de rendementsverwachting, gegeven een constante BAK. Voor een gemeentelijk warmtebedrijf kan worden uitgegaan van een minimale IRR van 4-7 en voor een private partij: 7-10 %;
- de sensitiviteit op de bijdrage aansluitkosten, gegeven een constante IRR van 10 %.

Voor de andere 3 scenario's (met 300 WEQ per jaar of een gasboiler) geldt ongeveer hetzelfde beeld als te zien voor het WEQ-600 E-boiler scenario. De IRR/ BAK zullen ongeveer met eenzelfde percentage dalen / stijgen als gevolg de beschreven effecten.

Tabel 7.6 Sensitiviteitsanalyse op de IRR en BAK voor het scenario 'weq=600 – e-boiler'

Situatie	Nieuwe IRR	Nieuwe BAK als IRR blijft 10 %
basis situatie	10 %	EUR 15.000
investeringskosten		
+ 10 %	8,42 %	EUR 17.100
- 10 %	12,07 %	EUR 13.200
operationele kosten		
+ 10 %	10,08 %	EUR 15.300
- 10 %	10,75 %	EUR 14.700
elektriciteitsprijs (basis 0,250 EUR/MWh)		
+ 50 %	0,00 %	EUR 24.700
+ 20 %	1,73 %	EUR 18.200
+ 10 %	6,39 %	EUR 16.50-
- 10 %	13,36 %	EUR 13.600
opbrengsten		
+ 20 %	18,34 %	EUR 9.500
+ 10 %	15,06 %	EUR 12.100
- 10 %	3,43 %	EUR 18.800
volloopprijsico (basis 100 % aansluitingen)		
- 10 %	8,32 %	EUR 17.200
- 20 %	6,07 %	EUR 19.900
- 50 %	1,19 %	EUR 30.300

Grootste Risico's

Uit tabel 7.5 en tabel 7.6 volgen de volgende grootste risico's:

- 1 de aansluitsnelheid heeft een grote invloed op de betaalbaarheid. Bij een aansluitsnelheid van 300 woningen per jaar in plaats van 600 woningen per jaar stijgt de onrendabele top aanzienlijk. Dit vertaalt zich in een hogere gemiddelde bijdrage aansluitkosten per woning. Ten opzichte van een aansluitsnelheid van 600 weq. stijgt de gemiddeld bijdrage aansluitkosten met EUR 5.000,- per woning.
- 2 het aantal aansluitingen is een zeer bepalende factor. Zoals tabel 7.8 laat zien is bij 20 % minder aansluitingen een stijging van de BAK van EUR 5,000 te verwachten;
- 3 de ontwikkeling van de elektriciteitsprijs. Het is moeilijk te voorspellen hoe die prijzen zich gaan ontwikkelen, maar aangezien de energiekosten een groot deel vormen van de jaarlijkse exploitatiekosten hebben ze een groot effect op de rentabiliteit van het warmtenet. Er zijn manieren om dat te mitigeren, zoals lokale elektriciteitsproductie met wind of zon, meer opslag, slimme sturing. Deze elementen zijn reeds toegelicht hoofdstuk 6;
- 4 de GJ-prijzen worden ieder jaar opnieuw vastgesteld. Momenteel is de GJ-prijs gekoppeld aan de prijs voor aardgas. In de businesscase is gerekend met het prijspeil voor 2022. De tarieven van 2023 worden in november gepubliceerd door de ACM. De verwachting is dat die koppeling op den duur (geleidelijk) wordt opgeheven en er een nieuwe koppeling zal komen. De algehele lijn is dat de warmteprijs de werkelijke kosten zou moeten weerspiegelen. De werkelijke kosten zijn, afhankelijk van het type broninstallatie, beperkt of niet meer afhankelijk van de gasprijs. Echter worden de werkelijke kosten wel gedomineerd door de elektriciteitskosten. Indien de wens is om de warmteprijs gelijk te houden, dan zal de bruto marge van het warmtenet verkleinen tot op het punt dat deze verlieslijdend wordt. Daarmee is de mate waarin de warmteprijs gelijk kan worden gehouden afhankelijk van twee factoren:
 - 1 de mate waarin de koppeling met de stroomprijzen kan worden verkleind, bijvoorbeeld door opslag en lokale zon- en windproductie;
 - 2 de mate waarin de gemeente bereid is om de kosten deels zelf te dekken als de elektriciteitskosten oplopen. Daarmee zou in feite sprake zijn van een prijsplafond.

Subsidiemogelijkheden

Er zijn diverse subsidies mogelijk van toepassing die een positieve invloed hebben op de onrendabele top. Voor de SDE++ en EIA subsidie is het effect op de onrendabele top inzichtelijk gemaakt in tabel 7.5 en tabel 7.6. De subsidies die mogelijk anderszins van toepassing kunnen zijn:

- ISDE: Is van toepassing voor woningeigenaren. 15 % van de kosten kunnen gesubsidieerd worden mits voldaan wordt aan de voorwaarden als het gaat om isolatiemaatregelen. Als de voorgaande maatregel gecombineerd wordt met een warmtepomp, zonneboiler of een warmte-aansluiting loopt het subsidiepercentage op tot 30 % van de kosten;
- ISDE zakelijk: Geldig voor VvE's/verhuurders die geen EIA (Energie Investerings Aftrek) hebben toegepast. Verhuurders mogen ook geen Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) hebben toegepast. De vergoedingen voor een (centrale) aansluiting zijn minimaal EUR 2.925,00 (individuele huurwoning) tot EUR 21.906,00 (400 kW centrale aansluiting);
- SAH: Is van toepassing op gemengde VvE's en (sociale) verhuurders van één of meerdere huurwoningen. De subsidie is van toepassing op inpandige woningkosten en aansluitkosten op een warmtenet. Tot 40 % van de inpandige kosten worden vergoed tot een maximum van EUR 1.200,00 subsidie per woning. Tot 30 % van de aansluitkosten worden vergoed, tot een maximum van EUR 3.800,00 per woning;
- SDE++: bevat een regeling voor warmtepompen, elektrische boilers en TEA. Het is een subsidie om onrendabele toppen het hoofd te bieden. De duur van de subsidie ligt tussen de 12-15 jaar en is volume afhankelijk. Tabel 7.6 bevat een voorbeeld als SDE++ wordt toegepast op basis van het scenario 'WEQ=600 – e-boiler'; Uit tabel 7.6 volgt dat er verschillende fases zijn waarvoor kan worden ingeschreven. Het is geen garantie dat als de SDE wordt aangevraagd dat dat leidt tot een beschikking. Bij Fase 1 inschrijvingen hebben de inschrijvers meeste kans en bij Fase 5 de minste kans, al is de compensatie per kWh het hoogst. Er moet dus een goede afweging worden gemaakt alvorens in te schrijven voor een bepaalde Fase;
- energie investering aftrek (EIA): De EIA regeling is een fiscale regeling die partijen in staat stelt om 45,5 % van de investeringskosten af te trekken van de winst. In de praktijk komt dit neer op een "korting" van gemiddeld 11 %. De EIA is van toepassing op warmtenet infrastructuur en warmtebronnen.

Tabel 7.7 SDE++ subsidie voor TEA o.b.v. 6000 vollasturen voor het scenario: e-boiler en 600 weq/jaar

Fase ID	Maximale fase bijdrage (EUR/kWh)	Corrigeert bedrag (EUR/kWh)	Subsidiebedrag (EUR x 1000)	Dekking onrendabele top
Fase 1	0,0288	0,014	9.100	25 %
Fase 2	0,0307	0,0159	10.200	28 %
Fase 3	0,0364	0,0216	14.000	38 %
Fase 4	0,0477	0,0329	21.300	58 %
Fase 5	0,0731	0,0583	38.000	102 %

Tabel 7.8 EIA subsidie

ID	Maximale fase bijdrage (EUR/kWh)	Corrigeert bedrag (EUR/kWh)	Subsidiebedrag (EUR x 1000)	Dekking onrendabele top
EIA	n.v.t	n.v.t.	2.500	7 %

Conclusie businesscase

Bij een ontwikkelsnelheid van 100 % aansluitingen, 600 weq per jaar en een gasketel of e-boiler als piekvoorziening zijn de onrendabele top en gemiddelde bijdrage aansluitkosten per woningequivalent (weq) exclusief omzetbelasting en exclusief subsidies als volgt:

- onrendabele top: EUR 28 (gasketel) en EUR 51 miljoen (e-boiler) subsidies;
- gemiddelde BAK per weq: EUR 8.000 (gasketel) en EUR 15.000 (e-boiler)

Boven op deze kosten zijn er nog de directe bouwkosten voor het opnieuw asfalteren van straten in De Eeuwsels (EUR 1 miljoen) en Aarle-Rixtel (EUR 50.000). De betaalbaarheid kan worden verhoogd door gebruik te maken van individueel gerichte (ISDE, SAH) en collectief gerichte subsidies (SDE++).

De vier grootste risico's die de betaalbaarheid onder druk zetten zijn een lagere ontwikkelsnelheid, een lager volloop, een e-boiler in plaats van een gasboiler en hogere elektriciteitsprijzen.

7.3 Maatschappelijke kosten baten analyse van een collectief warmte systeem

In het kader van het Haalbaarheidsonderzoek Gulden Energie wordt in fase 4 een deels kwantitatieve en deels kwalitatieve MKBA uitgevoerd. In deze MKBA analyse is een vergelijking gemaakt tussen de volgende vier opties voor de warmtevoorziening:

- 1 *referentie/ huidige situatie*: 100 % van de bewoners in het warmtenetgebied vervangt hun cv-ketels wanneer deze stuk zijn en blijven hun woningen verwarmen met (fossiel) aardgas;
- 2 *individuele duurzame warmte voorziening*: 80 % van de bewoners in het warmtenetgebied stapt over op een hybride warmtepompen en 20 % op een all electric lucht/water warmtepomp. Woningen worden geïsoleerd tot het niveau dat nodig is om geschikt te zijn voor een (hybride)warmtepomp;
- 3 *collectief warmtenet variant 1 (TEA + gasketel)*: 100 % van de bewoners in het warmtenetgebied sluit aan op een collectief warmtenet met warmte uit effluent warmtepomp en gasketel;
- 4 *collectief warmtenet variant 2 (TEA + e-boiler)*: 100 % van de bewoners in het gekozen afzetgebied sluit aan op een collectief warmtenet, gevoed met warmte uit effluent i.c.m. een warmtepomp, aangevuld met warmte uit een elektrische piekketel.

De resultaten van de MKBA zijn opgenomen in Bijlage V.

Wat is een Maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA)

Een MKBA is een hulpmiddel om besluiten te nemen over ingrijpende ruimtelijke projecten. Een MKBA probeert de positieve en negatieve effecten van een project (of beleidsoptie) op de welvaart in te schatten. Hierbij gaat het niet alleen om financiële kosten en baten, maar ook om maatschappelijke effecten.

Uit de MKBA komt naar voren dat een collectief MT-warmtenet met gasketel over een periode van 30 jaar maatschappelijk de laagste kosten met zich meebrengt. Daarmee is de conclusie gelijk aan die uit een eerder onderzoek door DNGVL. De vrij hoge investeringskosten voor het warmtenet en de warmtebron in het begin worden deels gemitigeerd door lagere herinvesteringskosten en lagere isolatiekosten dan bij individuele elektrische warmtepompen. Uit de kwalitatieve MKBA komt naar voren dat het collectief MT-warmtenet met gasketel goed scoort op afname van emissies, gebruik van fossiele brandstoffen en betrouwbaarheid. Echter is de impact van de ruimtelijke inpassing tijdens aanlegfase vrij groot en is een gebruiker afhankelijk van maar één marktpartij. Het collectieve MT-warmtenet met e-boiler scoort beter op het vlak van duurzaamheid maar heeft van alle varianten de hoogste maatschappelijke kosten doordat de jaarlijkse energiekosten hoger zijn.

De maatschappelijke kosten voor de individuele duurzame warmtevoorziening verschillen minimaal met het collectief MT-warmtenet met gasketel. Hieronder vallen zowel de variant van elektrische als hybride warmtepomp. De investeringskosten voor de warmtebron zijn hier lager dan bij het warmtenet, maar bij de elektrische warmtepomp komen hier investeringskosten bij voor isolatie en nieuwe afgiftesystemen en zijn de herinvesteringskosten hoger. Tijdens de aanlegfase geven de individuele oplossingen minder overlast op de omgeving maar tijdens de gebruiksfase blijven de buitenunits van de warmtepompen zichtbaar en hoorbaar in de omgeving. De betrouwbaarheid van individuele systemen is lager dan bij een collectief systeem en het onderhoud ligt bij de gebruiker zelf. Echter is de gebruiker niet afhankelijk van maar één marktpartij en is er een mogelijkheid tot koelen.

JURIDISCHE EN ORGANISATORISCHE OVERWEGINGEN

8.1 Inleiding

Het initiatief Gulden Energie verkent de mogelijkheden om een collectieve warmtevoorziening te realiseren, waarbij warmte uit effluent van RWZI Aarle-Rixtel wordt gebruikt voor de warmtevoorziening van Aarle-Rixtel (Gemeente Laarbeek) en de buurt De Eeuwsels (Gemeente Helmond). Hiervoor willen beide gemeente en het waterschap onder andere weten hoe het eigendom en de exploitatie van een warmtenet geregeld kunnen worden en wat hun rollen daarin kunnen zijn. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de mogelijkheden onder huidig recht. Hierbij wordt op hoofdlijnen ingegaan op de aanbestedingsverplichtingen en de voor- en nadelen van de verschillende mogelijkheden. Omdat de WCW in voorbereiding is, wordt ook deze toegelicht. De besluitvorming over de WCW is echter een langlopend proces. Veel is nog onduidelijk over of en wanneer de wet in werking zal treden. Ook inhoudelijk is nog niet bekend welke concrete samenwerkingsvormen de wet mogelijk zal maken. Daarom worden deze samenwerkingsvormen nog niet behandeld in dit hoofdstuk.

Leeswijzer:

- in paragraaf 8.2 worden de verschillende manieren om een warmtenet te regelen onder de Warmtewet toegelicht;
- in paragraaf 8.3 worden de veranderingen onder de WCW geschetst;
- paragraaf 8.4 bevat een conclusie.

8.2 Situatie onder huidig recht

Inleiding: de Warmtewet

Onder de huidige Warmtewet heeft een warmteleverancier een leveringsvergunning nodig die verleend wordt door de Autoriteit Consument en Markt (ACM)¹. De Warmtewet is van toepassing wanneer warmte wordt afgeleverd via een warmtenet of in pandig leidingstelsel². Onder warmte wordt verstaan thermische energie die via water wordt geleverd voor ruimteverwarming en/of verwarming van tapwater.³ Deze warmte moet via een tussenschakel, een leidingstelsel tussen de productie-installatie of bron en de binneninstallatie, aan een gebruiker worden afgeleverd. Onder huidig recht zijn gemeenten en provincies niet bevoegd om de productie en levering van warmte (in het belang van de energievoorziening) aan regels te binden.⁴ Gemeenten mogen dus geen regels stellen aan de bescherming van gebruikers en/of de wijze waarop warmteleveranciers en warmteproducenten invulling geven aan hun verplichtingen. Wel zijn gemeenten bevoegd gezag bij de aanleg, herstel, uitbreiding en vernieuwing van warmtenetten.⁵

¹ Artikel 9 en 10 Warmtewet

² Artikel 1a Warmtewet

³ Artikel 1 lid 2 Warmtewet

⁴ Artikel 39 lid 1 Warmtewet

⁵ Artikel 39 lid 2 Warmtewet

Onder huidig recht bestaan er grofweg vier manieren waarop een warmtenet georganiseerd en gereguleerd kan worden:

- 1 via vergunning verlening;
- 2 via concessieverlening;
- 3 via de oprichting van een gemeentelijk warmtebedrijf;
- 4 via een publiek-private samenwerkingsvorm.

Deze manieren worden in paragraaf 8.2.2 tot en met 8.2.5 toegelicht. De mate van betrokkenheid en invloed die een gemeente kan uitoefenen is bij vergunningverlening het kleinste en bij een gemeentelijk warmtebedrijf het grootste.

Optie 1 - Privaat eigendom: Vergunningverlening

De gemeente kan er voor kiezen om zich faciliterend op te stellen, en het initiatief voor ontwikkeling van een warmtenet van marktpartijen te laten komen (bijvoorbeeld van een warmtebedrijf of projectontwikkelaar). Wanneer een marktpartij zich meldt met een initiatief om een warmtenet aan te leggen, kan de gemeente het project faciliteren door publiekrechtelijke en/of privaatrechtelijke toestemming te verlenen. De publiekrechtelijke toestemming houdt in het verlenen van vergunningen voor het initiatief. Voor privaatrechtelijke toestemming kan de gemeente (of het waterschap) als grondeigenaar toestemming geven om het warmtenet in gemeentelijke grond aan te leggen.

In beginsel geldt bij vergunningverlening geen aanbestedingsplicht. Het aanbestedingsrecht kan wel een rol gaan spelen wanneer de gemeente aanvullende eisen stelt aan het initiatief of hier financiële tegemoetkoming tegenover zet.

Tabel 8.1 Rolverdeling en voor- en nadelen van vergunningverlening

Rol gemeente	Rol waterschap	Voordelen	Nadelen
vergunningverlener. De gemeente heeft een faciliterende rol en kan niet op voorhand eisen stellen aan het initiatief	het waterschap is vergunningverlener voor water gerelateerde vergunningen	de gemeente en het waterschap worden ontzorgd door één of meerdere marktpartijen en hebben weinig capaciteit nodig voor de ontwikkeling van het warmtenet	het warmtenet is in privaat eigendom, waardoor de gemeente weinig sturingsmogelijkheden heeft. Er is geen ruimte om de bron of aan te sluiten buurten te kiezen
		de gemeente kan aan de voorkant vastleggen wat er van de concessiehouder verwacht wordt	
		er geldt in de meeste gevallen geen aanbestedingsplicht	

Optie 2 - Privaat eigendom: Concessieverlening

De gemeente kan er voor kiezen om een concessie te verlenen voor de aanleg en exploitatie van een warmtenet. Een concessie wordt voor een bepaalde locatie en voor een bepaalde duur verleend aan een of meerdere marktpartijen. Kenmerkend voor een concessie is dat het exploitatierisico aan een marktpartij wordt overgedragen. Dit is in het kader van de fluctuerende en/of stijgende energieprijzen een belangrijk aandachtspunt voor de betaalbaarheid van de warmte voor de eindgebruiker.

Het is bij een concessieopdracht goed mogelijk om voorwaarden te stellen aan bijvoorbeeld de hoogte van tarieven en de duurzaamheid van de geleverde warmte. Wanneer de geraamde omzet van de warmteleverancier gedurende de concessieperiode boven de drempelwaarde van EU 5.382.000 ligt, moet de concessieopdracht Europees aanbesteed worden¹.

Tot slot heeft de gemeente de keuze of de concessie enkel toeziet op de levering van warmte (een gesplitst of open warmtenet), of ook op de aanleg van het warmtenet en het transport van warmte (een gesloten warmtenet). In het eerste geval kan de aanleg en transport van warmte worden belegd bij een partij die zich hier uitsluitend op heeft toegelegd, zoals Firan (gelieerd aan Alliander), Netverder (gelieerd aan Stedin) en Enpuls (gelieerd aan Enexis). In dat geval is in ieder geval sprake van een gesplitst warmtenet. Indien sprake is van meerdere warmteaanbieders is sprake van een open warmtenet. Dit laatste ligt in de context van Gulden energie niet direct voor de hand, omdat er al een duidelijke en duurzame bron voor ogen is. De gedachten komt voort uit de wijze waarop het elektriciteitsnet werkt en waar er veel verschillende bronnen zijn die stroom leveren. Voor een warmtenet, zoals Gulden Energie, is het echter lastig om zomaar meerdere bronnen toe te laten, omdat de bronnen dan te veel met elkaar concurreren, waardoor dit in de praktijk financieel waarschijnlijk niet/nooit gaat vliegen.

Tabel 8.2 Rolverdeling en voor- en nadelen van concessieverlening

Rol gemeente	Rol waterschap	Voordelen	Nadelen
concessieverlener. De gemeente heeft een sturende rol en kan criteria en voorwaarden opnemen in de concessieopdracht	het waterschap kan geen concessie verlenen, maar is wel vergunningverlener voor watergerelateerde vergunningen	de gemeente en het waterschap worden ontzorgd door één of meerdere marktpartijen en hebben weinig capaciteit nodig voor de ontwikkeling van het warmtenet	het warmtenet is in privaat eigendom
		de gemeente kan aan de voorkant vastleggen wat er van de concessiehouder verwacht wordt	mogelijk geldt een aanbestedingsplicht

Optie 3 - Gemeentelijk warmtebedrijf

De gemeente kan een gemeentelijk warmtebedrijf oprichten. Hiertoe kan de gemeente een rechtspersoon oprichten en vervolgens zelf de aandelen in bezit houden en toezicht houden op het beleid van de rechtspersoon.

Wanneer sprake is van quasi-inbesteden, geldt er geen aanbestedingsplicht². Er kan wel een aanbestedingsplicht gelden wanneer de gemeente een partij inhuurt voor bijvoorbeeld het ontwerp of de realisatie van het warmtenet en/of de warmtebronnen of van een partij die het warmtenet of warmtebronnen beheert.

¹ Artikel 1 Gedelegeerde Verordening (EU) van de Commissie van 10 november 2021 tot wijziging van Richtlijn 2014/23/EU van het Europees Parlement en de Raad wat de drempels voor concessies betreft

² Er is sprake van quasi-inbesteden indien is voldaan aan de volgende eisen (artikel 2.24b Aanbestedingswet):

- de aanbestedende dienst gunt een overheidsopdracht aan een andere rechtspersoon;
- de aanbestedende dienst houdt toezicht op deze rechtspersoon als ware het op de medewerkers van zijn eigen diensten (toezichtcriterium);
- meer dan 80 % van de werkzaamheden van de rechtspersoon staat in dienst van taken voor de aanbestedende dienst (merendeelcriterium);
- er is geen directe participatie van privékapitaal in de rechtspersoon.

Tabel 8.3 Rolverdeling en voor- en nadelen van een gemeentelijk warmtebedrijf

Rol gemeente	Rol waterschap	Voordelen	Nadelen
de gemeente staat aan het roer van het gemeentelijk warmtebedrijf	het waterschap kan participeren in het gemeentelijk warmtebedrijf (bijvoorbeeld als producent van warmte)	de gemeente heeft de regie en kan zelf het tempo en de tarieven betalen	de gemeente is verantwoordelijk voor alle risico's van het warmtenet
		de gemeente kan aan de voorkant vastleggen wat er van de concessiehouder verwacht wordt	de gemeente moet beschikken over voldoende kennis, expertise, capaciteit en financiële middelen om een warmtenet te realiseren
		er geldt mogelijk geen aanbestedingsplicht	

Optie 4 - Publiek-private samenwerking

De gemeente kan er ook voor kiezen om samen met een marktpartij (bijvoorbeeld een warmteproducent of een ontwikkelaar) en/of een woningcorporatie samen te werken bij de aanleg en exploitatie van een warmtenet. Hiervoor geldt het overkoepelende begrip publiek-private samenwerking (PPS). De gemeente kan bijvoorbeeld een gezamenlijke warmte joint venture oprichten, waarin beide partijen deelnemen.

Voor de selectie van een marktpartij kan een aanbestedingsprocedure noodzakelijk zijn. De gemeente is namelijk op grond van de algemene beginselen van behoorlijk bestuur gehouden om de principes van non-discriminatie, gelijke behandeling en transparantie te respecteren. Om hier gehoor aan te geven moet de gemeente de selectie van een marktpartij op transparante en non-discriminerende wijze vormgeven.

Voor het plaatsen van opdrachten door de joint venture kan ook een aanbestedingsplicht gelden, afhankelijk van de verdeling van zeggenschap/financiële inbreng tussen de publieke en private partij. Een aanbesteding is niet nodig wanneer gebruik wordt gemaakt van de joint venture vrijstelling.¹ Om gebruik te maken van deze vrijstelling moet sprake zijn van een speciale-sectoractiviteit als genoemd in artikel 3.1 van de Aanbestedingswet. Bovendien moet de gemeenschappelijke onderneming zijn opgericht om de betrokken activiteit gedurende een periode van ten minste drie jaar uit te oefenen.

Tabel 8.4 Rolverdeling en voor- en nadelen van een publiek-private samenwerking

Rol gemeente	Rol waterschap	Voordelen	Nadelen
de gemeente heeft een sturende rol in de publiek-private samenwerking	het waterschap kan participeren in de publiek-private samenwerking en zo een sturende rol innemen	de gemeente en het waterschap kunnen samenwerken met marktpartijen met expertise	de gemeente heeft kennis en expertise over de risico's van het ontwikkelen en exploiteren van het warmtenet nodig om goede afspraken te kunnen maken met PPS-partners
			er geldt mogelijk een aanbestedingsplicht

¹ Artikel 3.25 Aanbestedingswet

8.3 Situatie onder toekomstig recht

Inleiding: de WCW

In de WCW (de Wet Collectieve Warmtevoorziening) staat het collectief warmtesysteem centraal. Met de inwerkingtreding van de WCW krijgt de gemeente de bevoegdheid om te bepalen door wie, waar en wanneer er een collectieve warmtevoorziening wordt aangelegd. Hiertoe krijgt de gemeente twee taken:

- **het vaststellen van een warmtekavel:** Op basis van de transitievisie warmte, waarin gemeenten het tijdspad voor een stapsgewijze aanpak richting een aardgasvrije gebouwde omgeving vastlegt, stelt het college van burgemeester en wethouders (B&W) voor geselecteerde wijken de warmtekavel vast¹;
- **het aanwijzen van warmtebedrijven (die integraal verantwoordelijk zijn):** De gemeente wijst in het omgevingsplan een warmtebedrijf aan dat verantwoordelijk is voor de realisatie en exploitatie van het collectief warmtesysteem.² Bij de invulling van de bevoegdheid om een warmtebedrijf aan te wijzen maakt de gemeente gebruik van een transparante, non-discriminatoire en goed onderbouwde procedure waar zowel publieke- als private bedrijven aan kunnen deelnemen.³ Ook als een gemeente een eigen warmtebedrijf opricht, moet de aanwijzingsprocedure worden gevolgd. Hierdoor kan de situatie ontstaan waarin de gemeente een eigen inschrijving moet beoordelen.

Het uiteindelijk aangewezen warmtebedrijf heeft het exclusieve recht en de plicht om binnen zijn warmtekavel een collectieve warmtevoorziening te realiseren⁴. Er geldt een integrale verantwoordelijkheid van het warmtebedrijf voor de warmtelevering. Er is geen sprake van afzonderlijke verantwoordelijkheid voor onderdelen van de warmteketen. Een uitzondering op de exclusieve aanwijzing van één warmtebedrijf zijn warmtesystemen met meer dan 10 kleinverbruikersaansluitingen en maximaal 1.500 verbruikersaansluitingen⁵. Deze systemen mogen geëxploiteerd worden wanneer er door het college van B&W een ontheffing is verleend⁶.

Status van de WCW

De WCW is in de zomer van 2020 ter internetconsultatie gegaan⁷. Het concept wetsvoorstel heeft tot discussie en zorgen geleid, met name omdat de gemeente private, publieke en publiek-private warmtebedrijven kan aanwijzen. Gemeenten pleitten voor de mogelijkheid om op voorhand te bepalen of voor een publiek, privaat of publiek-privaat warmtebedrijf wordt gekozen. Volgens de Landsadvocaat is dit in strijd met het Europese aanbestedingsrecht⁸. Uit nieuwsberichten blijkt dat de Minister voor Klimaat en Energie afstevent op een aangepaste versie van de Warmtewet twee waarbij alleen publieke of publiek-private warmtebedrijven aangewezen kunnen worden. Ook is er nog discussie over de integrale verantwoordelijkheid van het warmtebedrijf. Vanwege deze discussie en heroverwegingen heeft de Minister voor Klimaat en Energie de planning voor de wetgevingsprocedure gewijzigd⁹. In het najaar van 2022 wordt het wetsvoorstel besproken in de ministerraad. Vervolgens wordt het ter advisering aan de Raad van State voorgelegd. In mei 2023 wordt het wetsvoorstel behandeld door de tweede kamer en de inwerkingtreding is voorzien op 1 juli 2024. Op het moment van schrijven is nog niet bekend welke vormen van het warmtebedrijf mogelijk worden gemaakt met de WCW.

¹ Artikel 2.1 Wetsvoorstel WCW

² Artikel 2.2 lid 1 Wetsvoorstel WCW

³ Artikel 2.3 lid 1 Wetsvoorstel WCW

⁴ Artikel 2.8 Wetsvoorstel WCW

⁵ Artikel 2.2 lid 2 Wetsvoorstel WCW. In de eerste versie van het Wet collectieve warmtevoorziening was dit nog maximaal 500 aansluitingen

⁶ Artikel 3.1 Wetsvoorstel WCW

⁷ <https://www.internetconsultatie.nl/warmtewet2>

⁸ Kamerbrief van de Minister van Klimaat en Energie van 15 juli 2022 (kenmerk: DGKE-WO / 22114009)

⁹ Kamerbrief van de Minister van Klimaat en Energie van 15 juli 2022 (kenmerk: DGKE-WO / 22114009)

8.4 Evaluatie

Onder huidig recht bestaan er vier verschillende manieren waarop een warmtenet kan worden georganiseerd. De gemeente kan ten eerste zich faciliterend opstellen en een warmtenet mogelijk maken door een vergunning te verlenen. Hierbij heeft de gemeente geen sturingsmogelijkheden, en komt het warmtenet in private handen. Het waterschap heeft in deze vorm de rol van vergunningverlener. Ten tweede kan de gemeente een concessie verlenen voor de aanleg en exploitatie van een warmtenet. Bij een concessie kan de gemeente eisen en voorwaarden stellen aan aspecten van het warmtenet en de exploitatie daarvan. Ook bij een concessie heeft het waterschap slechts de rol van vergunningverlener.

De voorkeur van de betrokken bestuurders gaat uit naar publiek eigendom van het warmtenet. Om dit te realiseren zijn een gemeentelijk warmtebedrijf of een publiek-private samenwerking mogelijk. Voor het oprichten van een gemeentelijk warmtebedrijf richt de gemeente een rechtspersoon op die het warmtenet aanlegt en exploiteert. Zo heeft de gemeente de regie over het warmtenet. Een aandachtspunt hierbij is dat de gemeente voldoende kennis en expertise in huis moet halen (of moet inhuren) om deze regie ook succesvol te voeren. Het waterschap kan participeren in het warmtebedrijf, bijvoorbeeld als producent van warmte. Tenslotte kan de gemeente via een publiek-private samenwerking gezamenlijk met marktpartijen en andere overheden zoals het waterschap een warmtenet aanleggen en exploiteren. Dit geeft de gemeente de mogelijkheid om gebruik te maken van de kennis en expertise van private partijen.

Als de WCW in werking treedt (dit is nu voorzien op 1 juli 2024) mag de gemeente een warmtekavel aanwijzen en een warmtebedrijf dat het exclusieve recht (en de plicht) heeft om een collectief warmte-systeem te realiseren in de warmtekavel. Dit warmtebedrijf is dan integraal verantwoordelijk voor de gehele warmteketen.

Op het moment van schrijven is nog niet bekend welke samenwerkingsvormen (privaat, publiek, of publiek-privaat) mogelijk zijn onder de wet. De Minister voor Klimaat en Energie werkt momenteel aan een wetsvoorstel waarin slechts publiek eigendom en beheer van warmtenetten mogelijk wordt gemaakt. Het wetsvoorstel is nog niet definitief en wordt in mei 2023 behandeld door de Tweede Kamer.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

9.1 Conclusies

Op grond van de resultaten zoals opgenomen in dit rapport kan antwoord worden gegeven op de drie gestelde onderzoeksvragen:

- 1 is één collectief warmtesysteem voor beide gebieden (economisch) voordeliger, dan dat iedere gemeente apart een oplossing voor duurzame warmte ontwikkelt?
- 2 is een schaalbare warmtefabriek in dit gebied haalbaar? Zo ja, wat is het beste start- en toekomstscenario (technisch, economisch, ruimtelijk, juridisch, governance)?
- 3 welke mogelijke rollen kunnen de diverse stakeholders in de warmteketen vervullen?

Antwoord op vraag 1: samen of apart

Eén collectief warmtesysteem voor zowel De Eeuwsels als Aarle-Rixtel is economisch voordeliger. Dubbelingen in installaties, warmtetransportnet en grondbeslag kunnen worden voorkomen wanneer beide gebieden gebruik maken van een gezamenlijk collectief warmtesysteem. Tevens kan een deel van het warmtetransportnet worden gebruikt om beide gebieden van warmte te voorzien.

Economische haalbaarheid: onrendabele top en bijdrage aansluitkosten

Gegeven dat 100 % van de panden aansluit, er gemiddeld 600 woningequivalenten per jaar worden aangesloten, en een gasketel wordt gebruikt als piekvoorziening, bedraagt de onrendabele top van het gehele warmtenet circa EUR 28 miljoen, gegeven een IRR van 10 %. Daarmee bedraagt de gemiddelde bijdrage aansluitkosten per woningequivalent circa EUR 8.000 exclusief omzetbelasting en exclusief subsidies. De betaalbaarheid kan worden verhoogd door gebruik te maken van individueel gerichte subsidies zoals de ISDE en SAH en collectief gerichte subsidies, zoals de SDE+++. De onrendabele top wordt (significant) hoger in geval van een lagere ontwikkelsnelheid, e-boiler in plaats van gasboiler, lagere volloop en hogere energieprijzen gedurende de exploitatie. Houd verder rekening met flankerende kosten, zoals subsidieaanvragen, vergunning trajecten, algehele proceskosten en de kosten voor het opnieuw asfalteren van straten. In de bepaling van de investeringskosten zijn voor de proceskosten al wel enkele stelposten opgenomen. Bij De Eeuwsels en Aarle-Rixtel bedragen de directe bouwkosten voor het opnieuw asfalteren van de straten respectievelijk EUR 1 miljoen en EUR 50.000.

Maatschappelijke kosten/baten

Een collectief warmtenet kent de laagste maatschappelijke kosten en grootste reductie van de CO₂- en NO_x-emissies. Daarmee is de conclusie gelijk aan die uit een eerder onderzoek door DNVGL. Verder ligt de onderhoudsverantwoordelijkheid en hoge bijkomende kosten (zoals isolatie) niet automatisch bij de bewoner. Aspecten waarop het warmtenet slechter scoort dan de individuele warmteoplossingen zijn: 1) de ruimtelijke inpassing in de omgeving tijdens de aanlegfase 2) potentiële afhankelijkheid van één marktpartij, 3) geen mogelijkheid tot koeling en 4) potentieel hogere jaarlijkse energielasten voor de bewoners als gevolg van onvoldoende concurrerende warmtetarieven. Dit laatste is een reële risico, omdat een verlaging van de warmtetarieven zal leiden tot een hogere onrendabele top.

Antwoord op vraag 2a: schaalbaarheid

Een verdere opschaling van de warmtefabriek is mogelijk:

- 1 er kan meer warmte uit het effluent gewonnen worden dan noodzakelijk is voor de warmtevoorziening van Aarle-Rixtel en De Eeuwsels;
- 2 verdere opschaling kan mogelijk worden gemaakt door effluentwarmte ook in de zomer te winnen en tijdelijk op te slaan met seizoensopslag (zoals een WKO). Hierdoor kan in de winter meer warmte worden geleverd met een warmtepomp;
- 3 Verdere opschaling van de warmtefabriek kan mogelijk worden gemaakt door ook andere duurzame warmtebronnen te benutten, zoals luchtwarmtepompen of Thermische energie uit Oppervlaktewater (TEO) in combinatie met seizoensopslag (zoals een WKO).

Het is zonder meer haalbaar om de eerste optie te benutten geven, zolang rekening wordt gehouden met de (specifieke) richtlijnen (van het waterschap/RWS) voor warmtewinning uit effluent. De tweede en derde optie zijn technisch en economisch haalbaar, maar vereisen nog nader onderzoek naar de mogelijkheden van seizoensopslagfaciliteiten.

Antwoord op vraag 2b: startbuurt

Als duurzaamheidsoverwegingen de doorslag geven dan vormt het starten in zowel De Eeuwsels als Aarle-Rixtel de beste startbuurt. Als technische en economische overwegingen de doorslag geven, vormt De Eeuwsels de beste startbuurt.

Antwoord op vraag 2c: beste warmtebroncombinatie

In alle gevallen is een warmtepomp op basis van effluent in combinatie met een piekvoorziening de beste optie. Voor de piekvoorziening kan worden ingezet op een gasketel of e-boiler. Als duurzaamheid en onafhankelijkheid van aardgas zwaarwegende argumenten zijn, dan heeft de e-boiler de voorkeur. Vanuit economisch perspectief heeft een gasketel de voorkeur.

Antwoord op vraag 3: mogelijke rollen

Onder het huidige recht bestaan er vier organisatievormen die bepalend zijn voor de rol die partijen (het waterschap en de beide gemeenten) kunnen nemen:

- 1 via vergunning verlening;
- 2 via concessieverlening;
- 3 via de oprichting van een gemeentelijk warmtebedrijf;
- 4 via een publiek-private samenwerkingsvorm.

De Minister voor Klimaat en Energie werkt momenteel aan de Wet collectieve warmtevoorziening (WCW), waarin publiek eigendom van warmtenetten mogelijk verplicht wordt gesteld. Het wetsvoorstel wordt in mei 2023 behandeld door de Tweede Kamer. Als dit wetsvoorstel doorgang vindt, komt een accent te liggen op organisatievorm 3: een gemeentelijk warmtebedrijf. In dat geval richt de gemeente een rechtspersoon op die verantwoordelijk is voor de aanleg, beheer en exploitatie van het warmtenet. Het waterschap kan participeren in het gemeentelijk warmtebedrijf (bijvoorbeeld als producent van warmte). Met deze constructie heeft de gemeente de regie over het warmtenet en kan zij bijvoorbeeld zelf de tarieven bepalen, maar is zij ook zelf verantwoordelijk voor alle risico's. Ook dient te worden gewaarborgd dat er binnen de gemeente voldoende kennis en expertise in huis is om deze regierol ook succesvol te vervullen.

Als de WCW in werking treedt (dit is nu voorzien op 1 juli 2024), mag de gemeente een warmtekavel aanwijzen en een warmtebedrijf aanwijzen dat het exclusieve recht (en de plicht) heeft om een collectief warmtesysteem te realiseren in de warmtekavel. Dit warmtebedrijf (bijvoorbeeld het gemeentelijke warmtebedrijf) is dan integraal verantwoordelijk voor de gehele warmteketen.

9.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf worden enkele aanbevelingen gedaan voor het vervolg. Eerst wordt ingegaan op drie mitigatiemaatregelen om de vier belangrijkste risico's het hoofd te bieden. Vervolgens wordt ingegaan op een aantal aparte aanbevelingen voor het vervolgtraject.

Mitigatie van risico's op de betaalbaarheid/businesscase van het warmtenet

De belangrijkste risico's kunnen worden gemitigeerd met de volgende maatregelen:

- 1 **hogere kosten door lage ontwikkelsnelheid:** Een hogere ontwikkelsnelheid kan worden geborgd door bij de keuze voor een ontwikkelaar/aannemer expliciet rekening te houden met de beschikbare capaciteit. Een hogere volloop kan worden bereikt door de betrokkenheid van bewoners en woningbouwcorporaties goed te borgen en het aanbod voldoende aantrekkelijk te maken.
- 2 **hogere energiekosten door keuze voor een e-boiler in plaats van een gasboiler als piekkel:** uit een modelmatige studie die door Witteveen+Bos is uitgevoerd binnen het onderzoeksprogramma GO-e, blijkt dat de hogere energiekosten van een e-boiler (sterk) kunnen worden beperkt door slimme inkoop van elektriciteit op de groothandelsmarkt. De mate waarin dit in de praktijk ook zo uitpakt is echter nog niet goed onderbouwd en vergt nog verder onderzoek.
- 3 **hogere elektriciteitsprijzen en stijgende warmtetarieven:** De afhankelijkheid van stijgende/fluctuerende elektriciteitsprijzen door externe marktontwikkelingen (exploitatie-risico) kan (gedeeltelijk) worden beperkt met maatregelen die leiden tot (een zekere mate) van ontkoppeling van de energiemarkt. Door deze ontkoppeling daalt het risico op een onrendabel warmtenet en stijgt de kans dat er een constante warmteprijs kan worden geboden aan de afnemers van de warmte. Manieren om dit te bereiken zijn de inkoop van lokale duurzame elektriciteit (zoals bijvoorbeeld een windturbine, zonnepark, of zon op dak) via bilaterale contracten tegen een vaste prijs, slimme inkoop van stroom als de prijzen laag zijn en extra warmtebuffer capaciteit om meer goedkoop ingekochte warmte (langer) op te kunnen slaan.

Effluentpotentie

Uit de studie is gebleken dat er meer thermisch vermogen kan worden geleverd met de beschikbare effluentstroom dan, op basis van het huidige bronontwerp, noodzakelijk is voor Aarle-Rixtel en De Eeuwsels. Dit betekent dat het thermische vermogen van de warmtepomp kan worden vergroot, opdat de onbenutte warmte uit de effluentstroom maximaal wordt benut. In dat geval ontstaan er twee opties waarop het grotere thermische vermogen van de warmtepomp kan worden aangewend:

- 1 om in een groter deel van de warmtevraag van Aarle-Rixtel en De Eeuwsels te kunnen voorzien en daarmee de afhankelijkheid van piekkelers te verkleinen;
- 2 om het warmteafzetgebied te vergroten en naast Aarle-Rixtel en De Eeuwsels ook warmte te leveren aan andere gebouwen.

De effluentpotentie kan zelfs nog verder worden uitgenut door gebruik te maken van seizoensopslag. In de periode dat de warmtevraag aan het warmtenet laag is, wordt de effluentpotentie nauwelijks benut. Gedurende deze periode zou de warmte kunnen worden opgeslagen in een seizoensopslag. Uit deze studie (zie hoofdstuk 2) is gebleken dat een aantal opties voor seizoensopslag niet mogelijk zijn. Opties die wel mogelijk zijn, maar nader onderzoek zouden vereisen betreffen open bodemenergiesystemen (WKO) of een warmtebuffer (zoals de HoCoSto).

Overdimensionering van TEA installatie en warmtetransportleiding

Bij het ontwerp van de broninstallaties en warmtenet is het zaak om rekening te houden met bovenstaande 2 scenario's. In beide gevallen is het zaak om de benodigde TEA installatie groter te dimensioneren. Verder zou in het geval van scenario 2 bij het ontwerp en dimensionering van het warmtenet ook rekening moeten worden gehouden met een zekere mate van overdimensionering van de transportleidingen richting De Eeuwsels. Dit laatste is goed mogelijk omdat één grote leiding vrijwel direct van het noorden naar het zuiden van De Eeuwsels is voorzien.

Netcongestie

Goeie afstemming met Enexis is noodzakelijk om scherp zicht te houden op de beschikbaarheid van voldoende netcapaciteit voor de warmtepomp en eventueel de e-boiler. Zodra er bestuurlijk draagvlak ontstaat voor het warmtenet zou een traject met Enexis gestart kunnen worden. Hiertoe is het nodig om zo spoedig mogelijk zicht te krijgen op de (minimaal) benodigde elektrische transport capaciteit. De elektrische capaciteit die nodig is als de warmtepomp op het maximale thermische vermogen zou worden uitgelegd zou hiervoor als uitgangspunt kunnen dienen.

Bronontwerp, buffering en slimme sturing

De inzet op slimme sturing en warmtebuffering zou vragen om een reflectie op de dimensionering van de warmtebronnen. In het huidige schetsontwerp is geen rekening gehouden met slimme sturing en zijn geldende conventies voor de dimensionering van de bronnen gehanteerd. Echter zou het vergroten van de buffercapaciteit en de inzet op slimme sturing ervoor kunnen zorgen dat een andere dimensionering van de bronnen meer optimaal is. Slimme sturing en warmtebuffering zouden namelijk kunnen zorgen voor een verlaging van de piekvraag (kleinere piekkel) en lagere energiekosten (grotere buffer en wellicht ook grotere warmtepomp). Daarnaast zou slimme sturing van de warmtepomp (of e-boiler) ook kunnen worden gebruikt voor congestiemanagement. Waarbij de warmtepomp en/of e-boiler wordt aangezet bij overschotten duurzame energie en uitgezet als de elektriciteitsvraag hoog is.

Warmtenet ontwerp

Het schetsontwerp van het distributienet is opgesteld in geosmartdesign. Desgewenst kunnen GIS of Autocad bestanden ter beschikking worden gesteld in een vervolg fase. Partijen die werken met deze software zouden ook het ontwerp kunnen inladen en daar mee verder kunnen werken. Dit bespaart tijd en geld.

Afstemming met interne afdelingen

De aanleg van het warmtenet zal zorgen voor veel werkzaamheden in de straat. Reeds geplande werkzaamheden (zoals herbestrating) zouden wellicht wat kunnen worden uitgesteld zodat deze kunnen worden gecombineerd met de werkzaamheden voor het warmtenet. Tijdige afstemming met de betrokken afdelingen binnen de gemeenten is hiervoor noodzakelijk. Belangrijk om te vermelden is dat niet alle werkzaamheden goed zijn te combineren. De snelheid waarmee infrastructuur kan worden aangelegd/vervangen verschilt bijvoorbeeld. Het is, door een verschil in snelheid, daarom niet zonder meer mogelijk om rioolwerkzaamheden te combineren met aanleg van een warmtenet. Bij beide moet echter wel eerst de straat open, dus hier valt wel winst te behalen (bijvoorbeeld door de straat niet opnieuw te asfalteren).

Bijlage(n)

BIJLAGE: UITGANGSPUNTEN WARMTE EN VERMOGENSVRAAG

I.1 Woningen

De warmtevraag is bepaald aan de hand van het gemiddelde, temperatuur gecorrigeerde, gasverbruik van de woningen in Aarle-Rixtel en De Eeuwsels in het jaar 2020¹. Op basis van deze waarde en het aantal woningen per buurt is de totale functionele warmtevraag bepaald, waarbij is gecorrigeerd voor kookgas, het gemiddelde opwekrendement van gasketels² voor ruimteverwarming (94 %*) en tapwater (68 %*) en de verhouding van gasverbruik voor ruimteverwarming en tapwater (81 % ruimteverwarming). *Rendement zijn gegeven op basis van de hogere verbrandingswaarde van aardgas (35,17 MJ/m³).

Tabel I.1 Bepaling van de functionele warmtevraag

Categorie	Eenheid	De Eeuwsels	Aarle-Rixtel	Totaal
gasverbruik 2020*	m ³ /jaar	1.150	1.470	niet van toepassing
gasverbruik ruimteverwarming	miljoen m ³ /jaar	1,5	2,6	4,2
gasverbruik tapwater	miljoen m ³ /jaar	0,3	0,6	0,9
gasverbruik kookgas	miljoen m ³ /jaar	0,06	0,08	0,15
functionele vraag ruimteverwarming	TJ/jaar	50	86	136
functionele vraag tapwater	TJ/jaar	8	15	23
functionele warmtevraag	TJ/jaar	58	101	159

De thermische vermogensvraag voor ruimteverwarming is bepaald aan de hand van het aantal woningen, het type woningen en een gemiddelde vermogensvraag voor ruimteverwarming per type woning. De resultaten zijn weergegeven in tabel I.1.

¹ <https://klimaatmonitor.databank.nl/jive>

² ACM, tarievenbesluit 2022

Tabel I.2 Thermische vermogensvraag ruimteverwarming van woningen in De Eeuwsels en Aarle-Rixtel

	Woningen De Eeuwsels	Woningen Aarle- Rixtel	Thermisch vermogen ruimteverwarming per woning	Thermisch vermogen De Eeuwsels	Thermisch vermogen Aarle-Rixtel	Thermisch vermogen totaal
	aantal	aantal	kW _{th} /weq	kW _{th}	kW _{th}	kW _{th}
tussenwoning	1.011	408	8,5	8.600	3.500	12.100
hoekwoning	317	362	10	3.200	3.600	6.800
2-onder-1 kap	14	665	12	200	8.000	8.200
vrijstaande woning	1	536	14	10	7.500	7.500
appartement	301	271	6,2	1.900	1.700	3.600
totaal	1.644	2.242	niet van toepassing	13.900	24.300	38.200

I.2 Utiliteit

De energievraag voor ruimteverwarming en tapwater is bepaald aan de hand van het bruto vloeroppervlak per type utiliteitsfunctie en kentallen voor de (vermogens)vraag voor ruimteverwarming en tapwater, op basis van kentallen die ook voor de startanalyse¹ zijn gebruikt.

Tabel I.3 Warmte- en vermogensvraag van utiliteit in Aarle-Rixtel en De Eeuwsels

Type utiliteit	De Eeuwsels	Aarle- Rixtel	De Eeuwsels	Aarle- Rixtel	De Eeuwsels	Aarle- Rixtel
	m ²	m ²	GJ/jaar	GJ/jaar	kW _{th}	kW _{th}
kantoor	0	6.000	30	3.200	0	200
winkel	5.700	9.700	1.200	2.800	400	700
zorg	200	1.600	80	1.300	10	100
logies	0	0	0	10	0	0
onderwijs	3.800	2.700	1.100	650	380	300
industrie	200	500	30	80	10	0
bijeenkomst	1.900	200	1.300	130	130	0
sport	500	6.000	300	1.900	30	400
cellen	0	0	0	0	0	0
overig	3.800	8.700	600	1.000	260	600
totaal	16.100	35.400	4.600	11.000	1.200	2.300

I.3 Kenmerken MT-warmtenet

In tabel I.4 zijn de kenmerken van een MT-warmtenet gegeven. Op basis van deze kenmerken kan de totale warmte- en vermogensvraag aan de warmtebronnen worden bepaald.

¹ <https://www.pbl.nl/publicaties/startanalyse-aardgasvrije-buurtten-2020>.

Tabel I.4 Kenmerken MT warmtenet

Onderwerp	Waarde
gelijktijdigheid warmtevraag woningen	55 %
gelijktijdigheid warmtevraag utiliteit	70 %
warmteverliezen MT-warmtenet	30 %
vermogensverliezen MT-warmtenet	5 %

I.4 Totale warmtevraag en vermogensvraag aan warmtenet

Tabel I.5 geeft de totale warmte en vermogensvraag die de warmtebronnen zullen moeten leveren.

Tabel I.5 Functionele warmtevraag en vermogensvraag aan warmtenet

Categorie	Functionele warmtevraag aan warmtenet	Vermogensvraag aan warmtenet	Gelijktijdige vermogensvraag aan warmtenet
	TJ/jaar	MW _{th}	MW _{th}
woningen: De Eeuwsels	58	13,9	21
woningen: Aarle-Rixtel	101	24,3	
utiliteit: De Eeuwsels	4,6	1,2	2,5
utiliteit: Aarle-Rixtel	11,0	2,3	
totaal - exclusief warmte/vermogensverliezen	175	niet van toepassing	23,5
totaal - inclusief warmte/vermogensverlies	228	niet van toepassing	24,5



BIJLAGE: UITGANGSPUNTEN SYSTEEMVARIANTEN

Tabel II.1 Algemene uitgangspunten voor systeemvarianten

Categorie	Waarde	Eenheid
elektriciteitsprijs	0,182	EUR/kWh
gasprijs	0,059	EUR/kWh
CO ₂ -emissies elektriciteitsmix 2020	0,30	kg/kWh
CO ₂ -emissies elektriciteitsmix 2030	0,09	kg/kWh
WACC	7	%

Tabel II.2 Technische kentallen en financiële uitgangspunten per warmtebron of warmteopslag

Warmtebron	Categorie	Waarde	Eenheid
TEA	levensduur	15	jaar
	SCOP	40	-
	investeringskosten	135	EUR/kW
	OPEX	4	%
	herinvestering	30	%
TEO	levensduur	15	jaar
	SCOP	40	-
	investeringskosten	135	EUR/kW
	OPEX	4	%
	herinvestering	30	%
waterwarmtepomp	levensduur	15	jaar
	SCOP	3,9	-
	investeringskosten	754	EUR/kW
	OPEX	4	%
	herinvestering	70	%
luchtwarmtepomp	levensduur	15	jaar
	SCOP	3,5	-
	investeringskosten	619	EUR/kW
	OPEX	4	%
	herinvestering	70	%
zon thermische collectoren	levensduur	25	jaar
	SCOP	40	-
	investeringskosten	420	EUR/kW
	OPEX	2,5	%
	herinvestering	30	%
gasketel	levensduur	15	jaar
	SCOP	1	-
	investeringskosten	110	EUR/kW
	OPEX	2,5	%

Warmtebron	Categorie	Waarde	Eenheid
	herinvestering	70	%
e-boiler	levensduur	15	jaar
	SCOP	1	-
	investeringskosten	130	EUR/kW
	OPEX	2,5	%
	herinvestering	70	%
WKO	levensduur	30	jaar
	SCOP	20	-
	investeringskosten	143	EUR/kW
	OPEX	2,5	%
	herinvestering	30	%



BIJLAGE: KOSTENRAMING EN BUSINESSCASE

De kosten zoals hier worden beschreven zijn gebruikt voor het ramen van de directe bouwkosten en investeringskosten, zoals beschreven in hoofdstuk 7 en 5. De kentallen die zijn gebruikt voor de eerste kotenraming uit hoofdstuk 5 wijken af van de kosten zoals weergegeven in hoofdstuk 7. In paragraaf III.1 en III.2 wordt eerst ingegaan op de tot standkoming van de directe bouwkosten zoals weergegeven in hoofdstuk 7. In paragraaf III.3 worden de kostenkentallen gegeven zoals gebruikt voor de eerste hoogover kostenraming zoals beschreven in hoofdstuk 5.

III.1 Directe bouwkosten warmtenet

GeoSmartDesign

De directe bouwkosten van het warmtenet zijn gebaseerd op een schetsontwerp van het warmtenet. Het schetsontwerp is tot stand gekomen met behulp van betaalde software webtool GeoSmartDesign - Heat van The People Group. De software is mede door Heijmans (een aannemer die warmtenetten aanlegt) ontwikkeld en bedoeld om warmtenetwerken te ontwerpen en kostencalculaties op te stellen. Het ontwerp van het warmtenet is geautomatiseerd en heeft een focus op daadwerkelijke inpassing op basis van input over wat er in de boven- en ondergrond ligt. Hiervoor zijn KLIC-gegevens ingeladen in de software. Dit zijn gegevens over de ligging van kabels en leidingen in de ondergrond. De diepte van de kabels is hier geen onderdeel van. Daarnaast worden automatisch de benodigde diameters van de pijpleidingen bepaald gebaseerd op hydraulische en thermische berekeningen. Dit scheelt veel tijd, waar dit van oudsher een iteratief en tijdrovend proces was.

Werkdomein en uitgangspunten bij het gebruik van Geosmartdesign

De software gaat, conform marktstandaard, uit van een tweepijps buisleidingssysteem van staal/PUR/PE. De software rekent met een midden temperatuur systeem van 70 °C aanvoer en 40 °C retour. Dit is in overeenstemming met het uitgangspunt in de studie Gulden Energie.

De software kan worden ingezet om warmtedistributienetten te ontwerpen. Voor de locatiebepaling van het tracé en ontwerp van de transportleiding vanaf de RWZI naar de onderstations in de beide buurten is uitgegaan van de selectiefactoren zoals benoemd in paragraaf 5.1. Voor de kosten van het aansluiten van de huizen wordt een vast bedrag per type huis berekend zoals gegeven in tabel 7.3. Hiervoor wordt geen gebruik gemaakt van de aansluitleidingen uit GeoSmartDesign, omdat hier het in pandig leidingwerk en het afleverset ontbreekt.

Uitkomst

Het voorlopige ontwerp van het warmtenetwerk wordt door de softwaretool GeoSmartDesign omgezet in een 'Bill of Materials' (BOM). De BOM is een lijst van materialen die gebruikt kan worden om de kosten van het warmtenetwerk te ramen. Per leidingdiameter wordt de volgende informatie aangeleverd:

- de leidinglengtes;
- het aantal lassen;
- het aantal moffen. Een krimpmof is nodig voor een waterdichte aansluiting tussen het isolatiemateriaal van twee pijpen;
- het aantal verloopstukken (om van een grotere naar een kleinere leiding te gaan);
- het aantal bochten;
- het aantal T-stukken;
- het aantal expansielussen.

Kostenraming

De materialenlijst uit Geosmartdesign is gebruikt als input voor een hernieuwde kostenraming van het warmtenet. De directe bouwkosten bevatten de volgende onderdelen:

- 1 **grondwerken:** Hieronder vallen de kosten voor het ontgraven van de grond en eventueel transport van afgegraven grond waarvoor naast de sleuf geen ruimte is en afgevoerd dient te worden. Verontreinigde grond wordt ook afgevoerd en hiervoor wordt nieuw zand aangeleverd. Wanneer er sleufbekisting nodig is om de ontgraven sleuf stabiel te houden zijn deze kosten ook hier opgenomen;
- 2 **bemaling:** Indien het nodig is om het grondwaterpeil te beheersen voor het aanleggen van de buizen zijn deze kosten hier opgenomen;
- 3 **verharding:** De kosten voor het openbreken en herstellen van de verharding op de straat worden hier opgenomen. Hieronder valt het opbreken en opnieuw aanbrengen van betonstraatstenen en trottoirbanden in geval van open verharding. In geval van gesloten verharding valt hieronder het zagen van het asfalt, het opbreken van het asfalt en het verwijderen van de funderingslaag. Er wordt hier uitgegaan van teervrij asfalt. Na verwijdering van asfalt wordt de straat tijdelijk dicht geblokt met betonstraatstenen;
- 4 **aanbrengen asfalt:** De kosten voor het herstellen van de asfalt laag zijn afzonderlijk inzichtelijk gemaakt. Hieronder vallen de kosten voor het verwijderen van de tijdelijke betonstraatstenen en het aanbrengen van de wegfundering en het asfalt. De kosten voor het leveren van het asfalt zit hierbij inbegrepen;
- 5 **materiaal- en leveringskosten:** Hieronder vallen de materiaalkosten voor de leidingen, de moffen, de verloopstukken en de T-stukken. Daarnaast zijn er nog leveringskosten voor de betonstraatstenen en trottoirbanden. De expansielussen ontbreken in deze raming maar de kosten worden verondersteld niet significant te zijn op de totale kosten;
- 6 **arbeidskosten:** Hieronder vallen de handlingskosten (lossen en uitrijden) voor rechte leidingen, de arbeidskosten voor lassen van de buizen en voor het aanbrengen van de krimpmof. De handlingskosten voor de kleine componenten (moffen, bochten, verloopstukken en T-stukken) ontbreken maar worden verondersteld niet significant te zijn op de totale kosten. De kosten voor het lassen bestaat voor elke verbinding uit voorwerk, lassen, isoleren, controle en een niet-destructief onderzoek. Daarnaast wordt er elke 500 m een meetpunt geplaatst en wordt elke fase na aanlegging getest.

De kosten van een warmtenet zijn niet alleen afhankelijk van de lengtes van de pijpen maar worden ook beïnvloed door de specifieke situatie van de onder- en bovengrond. Tabel III.1 geeft de uitgangspunten die zijn aangenomen voor het gebied waar de transportleiding gelegd wordt en de distributienetten in De Eeuwsels en Aarle-Rixtel.

Tabel III.1 Uitgangspunten warmtenet

	Sleuf- bekisting	Bemaling	Open verharding	Gesloten verharding	Geen verharding	Verontreinigde grond	Afgevoerde grond
transport- leiding	10 %	100 %	34 %	7 %	58 %	20 %	20 %
De Eeuwsels	10 %	100 %	44 %	54 %	1 %	20 %	20 %
Aarle-Rixtel	10 %	100 %	99 %	1 %	0 %	20 %	20 %

De percentages geven aan in welk deel van het tracé er bijvoorbeeld sleufbekisting geplaatst moet worden of bemaling toegepast. Daarnaast wordt de verhouding van het type verharding in het gebied aangegeven, welk percentage van de grond verontreinigd is en hoeveel uitgegraven grond afgevoerd moet worden omdat er geen ruimte is. De verhouding van de verharding is gebaseerd op visuele inspectie tijdens het opstellen van het schetsontwerp. De overige uitgangspunten zijn algemene aannames niet gebied specifiek.

III.2 Kostenkentallen

Tabel III.2 Kostenkentallen van Witteveen+Bos voor straat- en grondwerk ten behoeve van kostenraming warmtenetwerk

Omschrijving	eenheid	Prijspeil 2022
BEMALING EN DRAINAGE:		
toepassen bemaling, horizontale drainages	m	EUR 10
VERHARDINGEN: elementen (open):		
opbreken trottoirbanden	m	EUR 4
aanbrengen trottoirbanden van beton	m	EUR 12
opbreken betonstraatstenen	m ²	EUR 5
aanbrengen betonstraatstenen	m ²	EUR 20
aanbrengen tijdelijke betonstraatstenen	m ²	EUR 15
VERHARDINGEN: asfalt (gesloten):		
zagen van bitumineuze verharding	m	EUR 10
opbreken teevrij asfalt	m ²	EUR 11
verwijderen teevrije funderingslaag	m ²	EUR 11
aanbrengen asfalt dik 150 mm	m ²	EUR 34
aanbrengen ongebonden wegfundering	m ²	EUR 9
GRONDWERKEN:		
graven en aanvullen sleuf	m ³	EUR 5
graven en aanvullen sleuf met sleufbekisting	m ³	EUR 5
sleufbekisting	m	EUR 50
grond afvoeren < 25 km	m ³	EUR 15
zand leveren (kleine hoeveelheden)	m ³	EUR 15
BESTRATINGSMATERIALEN:		
leveren betonstraatstenen	m ²	EUR 15
leveren rechte trottoirband van beton (13/15)	st	EUR 7

Tabel III.3 Arbeidskosten van bouwbedrijf ten behoeve van kostenraming warmtenetwerk. Prijspeil januari 2022 met een bandbreedte van -/10 +15 %

Functie		Voorman	Lasser	Isoleerder	Lasdeskundige
Uurloon		65 EUR/uur	85 EUR/uur	65 EUR/uur	105 EUR/uur
DN maat ¹	lossen/uitrijden leidingen [min/m]	voorwerk [min/verbinding]	lassen [min/verbinding]	isoleren [min/verbinding]	controleren [min/verbinding]
40	4	30	30	40	5
50	4	32	32	40	5
65	4	35	35	45	5
80	4	40	40	45	5
100	4	48	48	55	5
125	4	55	55	60	5
150	4	60	60	70	5
200	4	80	80	70	5
250	4	100	100	80	5
300	4	120	120	80	5

Tabel III.4 Materiaalkosten van leverancier zoals toegepast in de kostenraming. Prijspeil september 2022

DN maat	Buis per m ²	Bocht	T-stuk ³	Verloopstuk ⁴	Krimpmof (incl. montage) ⁵
25	EUR 21,75	EUR 62,45	EUR 205,00	-	EUR 65,63
32	EUR 18,00	EUR 71,15	EUR 253,00	EUR 128,95	EUR 70,41
40	EUR 18,80	EUR 73,25	EUR 219,00	EUR 103,00	EUR 69,41
50	EUR 21,85	EUR 81,35	EUR 241,00	EUR 127,15	EUR 72,35
65	EUR 26,10	EUR 100,00	EUR 269,00	EUR 171,70	EUR 75,46
80	EUR 30,60	EUR 101,50	EUR 292,00	EUR 170,30	EUR 84,10
100	EUR 40,25	EUR 138,60	EUR 309,00	EUR 221,30	EUR 96,07
125	EUR 48,12	EUR 166,17	EUR 343,00	-	EUR 104,62
150	EUR 60,67	EUR 214,45	EUR 369,00	-	EUR 115,02
200	EUR 89,10	EUR 288,58	EUR 512,00	-	EUR 171,02
250	EUR 128,03	EUR 495,41	EUR 668,00	EUR 605,06	EUR 214,99
300	EUR 161,96	EUR 665,72	EUR 775,00	EUR 726,08	EUR 242,39

III.3 Raming warmtenet kosten

¹ geen kosten beschikbaar voor diameters kleiner dan DN40; hiervoor worden de prijzen van DN40 gebruikt

² de kosten voor de buizen en bochten zijn kosten gebaseerd op grote hoeveelheden

³ dit zijn alleen de kosten voor de T-stukken met aan alle uitgangen dezelfde diameter.

⁴ dit zijn alleen de kosten voor verloopstukken die aan de uitgang één DN maat kleiner zijn. De kosten van verloopstukken groter dan DN100 ontbraken en zijn geëxtrapoleerd

⁵ de kosten voor montage van de krimpmof en krimpsleeve zijn geëxtrapoleerd voor diameters groter dan DN80

Onderstaande kosten kentallen zijn gebruikt voor de eerste, hoogover kostenraming van het warmtenet, zoals opgenomen in hoofdstuk 5.

Tabel III.5 Kentallen voor leidingwerk transportnet en distributienet

Type buis	Directe bouwkosten inclusief bemaling exclusief verharding	Eenheid	Te vervangen en herstellen verharding	Eenheid
DN300	2.070	EUR/m tracé	3,5	m ² /m tracé
DN250	1.740	EUR/m tracé	3,3	m ² /m tracé
DN150	1.220	EUR/m tracé	3,0	m ² /m tracé
DN65	940	EUR/m tracé	2,7	m ² /m tracé

Tabel III.6 Kentallen voor overige bijkomstigheden bij aanleg en aansluiting van net

Verharding weghalen/herstellen	Kosten weghalen	Kosten herstel	Eenheid
groen	0	2	EUR/ m ²
element	2	15	EUR/ m ²
asfalt	11	110	EUR/ m ²
overig	kosten	eenheid	
boring + mantelbuis tracé	2	EUR/mm buitendiameter	
onderstation + behuizing	120	EUR/kW	
in pandig leidingwerk utiliteit	120	EUR/kW	
afleversets	kosten	eenheid	
standaard	1.200	EUR/weq	
dubbel gescheiden	1.800	EUR/weq	

IV

BIJLAGE: TOELICHTING RESTWARMTE POTENTIE ARTEX B.V.

Artex B.V. is actief in de textielproductie en is gevestigd in Aarle-Rixtel. Het bedrijf staat open om mee te denken naar mogelijke koppeling van hun restwarmte met het warmtenet. Daarnaast zijn ze zelf aan het kijken naar mogelijkheden voor warmteterugwinning voor eigen gebruik. Het totaal geïnstalleerde verbrandingsvermogen van Artex is 10,8 MW. Deze stookinstallaties verbruiken aardgas. Het betreft een stoomketel en stookinstallaties voor de spanramen. Daarnaast zijn er nog andere cv-ketels aanwezig voor ruimteverwarming. De productietijden zijn maandag tot en met vrijdag van 06.00-22.30, waarbij maandagochtend en vrijdagmiddag niet het volledige verbrandingsvermogen in gebruik is. Op zaterdagochtend van 06.00-14.30 is er ook nog beperkte productie. Op zon- en feestdagen ligt de productie stil.

Met een geïnstalleerd verbrandingsvermogen van 10,8 MW is het realistische vermogen wat te behalen valt uit warmteterugwinning, door bijvoorbeeld plaatsing van een economizer in de rookgassen, maximaal 1 MW_{th}. De restwarmte zal op hoge temperatuur geleverd worden waardoor directe koppeling met het warmtenet een optie kan zijn. Het warmtepotentieel van maximaal 1 MW_{th} is relatief weinig voor een warmtenet met een piekvermogensvraag van 24,5 MW_{th}. Daarnaast vindt er in het weekend geen productie plaats, dus zou er ook een vorm van opslag geplaatst moeten worden, waardoor de vermogenspotentie lager uitvalt.

Door het beperkte warmtepotentieel en het gebrek aan continuïteit van de productie, is restwarmte van Artex geen realistische warmtebron voor de basislast. De warmtebron wordt nu niet meegenomen de verdiepfingsfase in. De optie is niet volledig afgeschreven en kan in de toekomst, als scenario's verder worden uitgewerkt, wellicht een kans bieden als kleine aanvulling of optimalisatie van het warmtesysteem.



BIJLAGE: MKBA

V.1 MKBA analyse

Kwantitatieve en kwalitatieve criteria

Tabel V.2 geeft de MKBA-scoretabel weer. Er is een onderscheid aangebracht tussen kwantitatieve en kwalitatieve criteria, waarbij de kosten zijn gekwantificeerd en de baten zijn ingeschat in samenwerking met het projectteam van Gulden Energie. De kwantitatieve scores zijn gebaseerd op de eenmalige en jaarlijkse maatschappelijke kosten per warmteoplossing. Voor de leesbaarheid is ervoor gekozen om alleen de total cost of ownership (TCO) van de vier systemen over een periode van 30 jaar kwantitatief uit te drukken. Voor het aanbrengen van een score voor de baten is een zevenpuntschaal gebruikt zoals weergegeven in tabel V.1. De zevenpuntsschaal wordt gebruikt om aan te geven of een baat positief of negatief is en hoe groot die baat dan is.

Tabel V.1 Kwalitatieve aanduiding baten

Baat	Aanduiding
zeer sterk positieve baat	+++
sterk positieve baat	++
positieve baat	+
geen baat	0
negatieve baat	-
sterk negatieve baat	--
zeer sterk negatieve baat	---

Scoretabel

De MKBA scoretabel is opgenomen in tabel V.2.

Tabel V.2 Overzicht kosten en baten Gulden Energie

	Referentie/ huidige situatie	Individuele duurzame warmte voorziening	Collectief Warmtenet variant 1 (TEA + gasketel)	Collectief Warmtenet variant 2 (TEA + e-boiler)
kosten				
maatschappelijke investeringskosten	0	--	---	---
herinvestering	0	---	-	-
maatschappelijke kosten e-net/g-net	0	-	-	--
maatschappelijke jaarlijkse kosten	0	++	++	+
Total Cost of Ownership ¹ (TCO) per weq over 30 jaar	EUR130.000	EUR127.000	EUR121.000	EUR137.000
<i>totale kosten</i>				
baten				
afname jaarlijkse energielasten (voor bewoners)	-	++	+	+
ruimtelijke inpassing in natuur, landschap en stedelijke omgeving - aanlegfase	0	-	--	--
ruimtelijke inpassing in natuur, landschap en stedelijke omgeving -gebruiksfase	0	-	0	0
afname CO ₂ -emissie	0	+	++	+++
afname NO _x -emissie	0	+	++	+++
afname overige emissies (fijnstof en zwaveldioxide)	0	+	++	+++
afname gebruik fossiele brandstoffen	0	+	++	+++
sociale cohesie	0	+	++	++
betrouwbaarheid (warmtelevering, onderhoudsverantwoordelijkheid)	0	-	++	++
mate van afhankelijkheid van één marktpartij	0	0	-	-
nogelijkheid om te koelen	-	+	-	-
verandering van oppervlaktewatertemperatuur	0	0	0 / -	0 / -
verandering gebieden met cultuurhistorische of archeologische waarden	0	0	0	0

¹ Het totaalbedrag aan kosten voor de aanschaf en het bezit van de warmtevoorziening gedurende de hele gebruikscyclus. Dit bevat behalve de aanschafprijs alle kosten vanaf het moment van aankoop tot het moment dat er afstand van wordt gedaan.

Maatschappelijke kosten

De gebruikte kentallen voor de maatschappelijke kosten analyse zijn weergegeven in Bijlage III. Een beschrijving en duiding van de criteria en scores wordt hieronder gegeven.

Maatschappelijke investeringskosten

Hieronder vallen de investeringskosten voor de warmtetechniek, warmtenet, isolatie en installaties in de woning en eventueel afsluiten van de gasaansluiting. De initiële investeringskosten voor de warmtenetten zijn hoog omdat de collectieve bron en het warmtenet aangelegd moet worden. Voor gebruik van een elektrische boiler zijn de investeringskosten bij de huizen hoog omdat er geïsoleerd moet worden tot label B en een lage temperatuur afgiftesysteem geïnstalleerd moet worden. Voor een hybride boiler en de MT-warmtenetten is isolatie tot label D voldoende en zijn de investeringskosten dus relatief lager.

Maatschappelijke herinvesteringskosten

Onder de maatschappelijke herinvesteringskosten vallen met name herinvesteringen in de warmte-installaties, zoals de warmtepompen. De maatschappelijke herinvesteringskosten zijn relatief hoog voor de individuele systemen omdat de individuele (hybride) warmtepompen een levensduur van 15 jaar hebben. Het warmtenet heeft een levensduur van 30 jaar dus de herinvesteringskosten zijn lager. De collectieve warmtebron van het warmtenet heeft wel een herinvestering nodig na 15 jaar.

De maatschappelijke kosten voor e-net/g-net

De maatschappelijke kosten voor e-net/g-net zijn gebaseerd op de eventuele benodigde elektriciteitsnetverzwaring en kosten voor gasnet verwijderen. Deze kosten zijn voornamelijk hoog voor gebruik van de individuele elektrische warmtepompen en voor het collectieve warmtenet waarbij een grote warmtepomp benodigd is. Voor de warmtenet variant met elektrische piekboiler kunnen deze kosten nog hoger uitvallen dan nu is opgenomen in de TCO-berekening. De benodigde netverzwaring voor een elektrische piekboiler is namelijk geen onderdeel van de gegevens in de startanalyse.

De maatschappelijke jaarlijkse kosten

Onder de maatschappelijke jaarlijkse kosten vallen de onderhoudskosten en de energiekosten. In alle varianten zijn jaarlijkse elektriciteitskosten gerekend voor vaste leveringskosten en netbeheerkosten omdat de elektriciteitsaansluiting in gebruik blijft. De jaarlijkse onderhouds- en energiekosten zijn het hoogst voor de referentiesituatie met de cv-ketel. Indien de gasprijs nog verder omhoog gaat (huidig prijspeil juli 2022) kan dit verschil nog verder oplopen. De maatschappelijke jaarlijkse kosten zijn het laagst voor de individuele elektrische boiler. De energiekosten voor het warmtenet met elektrische piekboiler zijn hoger dan met gas piekboiler. Indien de gasprijs harder stijgt dan de elektriciteitsprijs zal dit verschil kleiner worden.

De maatschappelijke TCO

De TCO zijn de totale kosten voor de maatschappij voor een periode van 30 jaar voor aanschaf en bezit bestaande uit de jaarlijkse kosten, investeringskosten, herinvesteringen en kosten voor het gas- en elektriciteitsnet. De hoogte van de jaarlijkse kosten hebben dus een significante rol hierin omdat deze kosten jaarlijks terugkomen.

Maatschappelijke baten

De baten van de opties voor warmte voorziening zijn kwalitatief ingeschat.

Jaarlijkse kosten

De jaarlijkse kosten voor warmte zullen in de referentiesituatie toenemen door de toename van de gasprijs. Ten opzichte van de referentiesituatie is de individuele warmte voorziening waarschijnlijk goedkoper in vergelijking met de collectieve warmtevoorziening.

Ruimtebeslag

Voor het collectieve warmtenet heeft in de aanlegfase een negatief effect op de ruimtelijke inpassing, gezien de benodigde aanleg van een leidingensysteem van de RWZI naar de huizen. In de gebruiksfase zijn die leidingen weggewerkt en is er een beperkt effect op de ruimtelijke inpassing (de aanwezigheid van enkele onderstations waar warmte vanaf het hoofdtransportnet wordt verspreid naar de woningen). Voor het individuele warmtesysteem is juist de verwachting dat er sprake is van een negatief effect doordat bij verschillende huizen verschillende elementen aangebracht moeten worden om het huis van warmte te voorzien. Daarnaast zal het elektriciteitsnet ook mogelijk verzwakt moeten worden en zullen er meer transformatorhuisjes moeten komen om alle woningen van voldoende elektriciteit te kunnen voorzien.

Emissies

Ten aanzien van emissies en het gebruik van fossiele brandstoffen heeft het collectieve warmtenet variant 2 de meest positieve baat en daarna variant 1: deze varianten dragen het meest bij aan de vermindering van CO₂, NO_x, overige emissies en fossiele brandstoffen. Bij variant 1 komt dat omdat 10-20 % van de warmte afkomstig is uit een gasketel, terwijl dat bij hybride warmtepompen tenminste 40 % is. Een uitzondering hierop vormt de all electric warmtepomp, maar omdat slechts 20 % van alle woningen in Aarle-Rixtel en De Eeuwsels hiermee zou zijn voorzien in het scenario, is de reductie kleiner dan bij de collectieve varianten, zeker als wordt uitgegaan van een e-boiler in plaats van een gasketel.

Sociale cohesie

De mate waarin de varianten van het collectieve warmtenet bijdragen aan sociale cohesie is gelijk, maar naar verwachting iets meer dan in het geval van individuele warmte voorziening.

Betrouwbaarheid en afhankelijkheid

De betrouwbaarheid van een individuele duurzame warmtevoorziening is minder goed dan de huidige cv-ketels, want er zijn meer elementen die kapot kunnen gaan. De betrouwbaarheid van een collectief warmtenet is juist groter, omdat de onderhoudsverantwoordelijkheid bij een externe partij ligt en er minder elementen zijn die stuk kunnen gaan. Dat maakt wel dat de deelnemers aan een collectief warmtenet afhankelijk zijn van één marktpartij, terwijl dat voor de referentiesituatie en voor een individuele warmtevoorziening niet het geval is.

Koeling

De individuele warmte biedt als enige van de opties de mogelijkheid om zijn gebruiker niet alleen van warmte te voorzien, maar ook te voorzien in koeling van het huis.

Oppervlaktewater temperatuur

De warmtenet opties hebben een positief effect op een verlaging van oppervlaktewatertemperatuur in de zomer.

Cultuurhistorische of archeologische waarden

Geen van de opties heeft impact en verandering in gebieden met cultuurhistorische of archeologische waarden.

V.2 Investeringskosten zoals gehanteerd in de MKBA analyse

Tabel V.3 Uitgangspunten investeringskosten systeem. De investeringskosten zijn exclusief btw

Installatie	Categorie	Witteveen+Bos kentallen	Bron
HR ketel	investeringskosten	EUR 1.355	Ponteia 2019, ACM
	herinvesteringskosten	70 % van investeringskosten	Witteveen+Bos
	onderhoudskosten	EUR 115 per jaar	Ponteia 2019, ACM
5 kW hybride L-W warmtepomp + HR ketel	investeringskosten	EUR 5.950	Consumentenbond 2021
	herinvesteringskosten	70 % van investeringskosten	Witteveen+Bos
	onderhoudskosten	EUR 149 per jaar	Witteveen+Bos
10 kW lucht/water warmtepomp (inclusief buffervat)	investeringskosten	EUR 8.260	Witteveen+Bos
	herinvesteringskosten	70 % van investeringskosten	Witteveen+Bos
	onderhoudskosten	EUR 115 per jaar	Witteveen+Bos
MT warmtenet**	investeringskosten	EUR 19.000	Witteveen+Bos
	herinvesteringskosten	EUR 1.700	Witteveen+Bos
	onderhoudskosten	EUR 130 per jaar	Witteveen+Bos

* investeringskosten zijn inclusief installatie, dus eventueel leidingwerk, manuren, installatiebenodigdheden en aanbrengen van 3x25A voeding

** bij de investeringskosten van het MT warmtenet is uitgegaan van dezelfde kostenraming die is opgesteld ten behoeve van de businesscase Gulden Energie en dit teruggerekend naar kosten per woning

V.3 Kosten isolatiemaatregelen zoals gehanteerd in MKBA analyse

De gemiddelde kosten voor isolatiemaatregelen (zie tabel V.4 en tabel V.5) en zijn gebaseerd op kosten kentallen afkomstig uit de startanalyse. De kosten geven een ruwe inschatting voor de kosten van verduurzaming van de gebouwschil (isolatie + kierdichting) en kosten voor nieuwe/betere ventilatiesystemen. De kosten voor het vervangen van afgiftesystemen zijn geen onderdeel van deze gemiddelde kosten.

Tabel V.4 Gemiddelde kosten voor verduurzaming van gebouwschil en ventilatiesysteem naar label D

Woningtype	G naar D	F naar D	E naar D
vrijstaand	EUR 21.600	EUR 8.700	EUR 4.900
2-onder-1-kap	EUR 15.100	EUR 9.300	EUR 4.000
rijwoning hoek	EUR 12.400	EUR 5.400	EUR 3.800
rijwoning tussen	EUR 8.400	EUR 5.700	EUR 2.600
meergezinswoning	EUR 10.100	EUR 6.200	EUR 3.100

Tabel V.5 Gemiddelde kosten voor verduurzaming van gebouwschil en ventilatiesysteem naar label B

Woningtype	G naar B	F naar B	E naar B	D naar B	C naar B
vrijstaand	EUR 37.700	EUR 31.800	EUR 27.800	EUR 28.800	EUR 14.200
2-onder-1-kap	EUR 23.500	EUR 23.500	EUR 24.100	EUR 18.000	EUR 12.900
rijwoning hoek	EUR 17.100	EUR 17.100	EUR 17.700	EUR 17.400	EUR 8.500
rijwoning tussen	EUR 15.400	EUR 15.200	EUR 13.000	EUR 13.100	EUR 7.800
meergezinswoning	EUR 17.000	EUR 14.000	EUR 11.600	EUR 10.800	EUR 7.600

Voor de kosten van lage temperatuur convectoren (35-45 °C) die nodig zijn voor het verwarmen van een woning met een elektrische warmtepomp is uitgegaan van een rapport van Arcadis in opdracht van RVO 'Actualisatie Investeringskosten energiebesparende maatregelen, bestaande woningbouw 2020'. Hier wordt gerekend met gemiddeld 4.100 EUR/woning.

V.4 Tarieven en indexaties zoals gehanteerd in de MKBA analyse

In tabel V.6 zijn de vaste en variabele tarieven opgenomen voor gas en elektriciteit. Daarnaast zijn vaste en variabele tarieven gegeven voor waterstof. Verder bevat tabel VII.2 informatie over de verwachte prijsstijgingen in de komende 10 jaar. De verwachte prijsstijgingen worden uitgedrukt met een percentage (de index). Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- de variabele elektriciteits- en gasprijs zijn gebaseerd op de gemiddelde consumenten prijzen voor juli 2022. Bewoners met een vast contract betalen waarschijnlijk minder, terwijl mensen met een nieuw contract mogelijk meer betalen;
- voorheen werd de verwachte prijsstijging gebaseerd op de KEV 2021. De huidige prijsontwikkelingen hebben deze verwachtingen inmiddels achterhaald gemaakt. Voor de verwachte prijsstijging wordt daarom nu de verwachte inflatie gebruikt.

Tabel V.6 Uitgangspunten tarieven en indexatie energiesoorten inclusief omzetbelasting (btw)

Kostenpost	Tarief	Bron tarief	Prijsstijging per jaar	Bron index
gas				
netbeheerderskosten	EUR 172 per jaar	CBS 2022 juli	2 %	aanname, gebaseerd op inflatie van 2 %.
vaste leveringskosten	EUR 66 per jaar	CBS 2022 juli	2 %	"
variabele kosten	EUR 2,08 per m ³	CBS 2022 juli	2 %	"
elektriciteit				
netbeheerderskosten	EUR 241 per jaar	CBS 2022 juli	2 %	
vaste leveringskosten	EUR 65 per jaar	CBS 2022 juli	2 %	
variabele kosten	EUR 0,49 per kWh	CBS 2022 juli	2 %	
MT-warmtenet				
warmtemeter	EUR 27 per jaar	Eneco 2022	2 %	

