

Benutting restwarmte Eastman in gebouwde omgeving Middelburg

Datum: 1 september 2017
Projectnummer: 16488
Status: concept

Opdrachtgever: Enduris

Uitgevoerd door: DWA
Duitslandweg 4
Postbus 274
2410 AG BODEGRAVEN
Telefoon [REDACTED]
E-mailadres [REDACTED]@dwa.nl

Auteurs: [REDACTED]

Co-lezer:

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Opzet van dit rapport	3
2	Warmteaanbod	4
2.1	Typering van de warmte	4
2.2	Mogelijkheden tot uitkoppeling en cascadering	4
2.3	Resulterende uitgangspunten	5
3	Warmtevraag	6
3.1	Mortiere	6
3.2	Woningcomplexen Woongood	9
3.3	Vraaginventarisatie stads kantoor	10
3.4	Resulterende uitgangspunten	10
4	Ontwikkeling warmtenet	11
4.1	Onderdelen	11
4.1.1	Afnemers	11
4.1.2	Bron	13
4.1.3	Warmtenet	16
4.2	Financiële doorrekening	18
4.2.1	Uitgangspunten	18
4.2.2	Resultaat	19
4.3	Impact op energiebesparing, CO2-emissies, EPC, energielabels	20
4.4	Gevoeligheidsanalyse	22
5	Overige beschouwingen	25
5.1	Organisatie	25
5.2	Een alternatief scenario	26
6	Conclusies en aanbevelingen	27
6.1	Conclusies	27
6.2	Aanbevelingen	27

1 Inleiding

Bij Eastman Chemical heeft in Middelburg een productielocatie waar restwarmte vrijkomt. Het bedrijf is gevestigd op het bedrijventerrein Arnestein. In het kernteam met vertegenwoordigers van de gemeente, Eastman, Enduris en Zeeuwind is behoefte aan meer inzicht in de kansen voor het benutten van deze restwarmte. Daarvoor wordt in eerste instantie gekeken naar de naastgelegen woonwijk Mortiere, die momenteel wordt uitgebreid. Daarnaast zijn er mogelijk ook nog andere potentiële afnemers van warmte in de nabijheid van Eastman, zoals het stadskantoor en waterschapskantoor en de bestaande wijk Dauwendaele.

Dit rapport is opgezet om inzicht te verschaffen in de kansen voor het benutten van de restwarmte van Eastman, in eerste instantie gericht op de ontwikkelingen binnen de nieuwbouw. Op basis van dit inzicht kan worden besloten om de casus verder uit te werken in een nader uitgewerkt plan en businesscase. Met de voorliggende verkenning krijgt het kernteam zicht op de levensvatbaarheid van de benutting van de restwarmte en is daarmee een verkenning naar een concrete kans of casus.

1.1 Opzet van dit rapport

In dit rapport gaan we in Hoofdstuk 2 allereerst in op de hoeveelheid beschikbare restwarmte van Eastman en het profiel hiervan. Het beantwoorden van deze vraag is van belang om een goed beeld te krijgen van het aantal woningen (en eventueel overige gebouwen) dat van deze restwarmte gebruik gemaakt kan worden. Vervolgens inventariseren we in hoofdstuk 3 de mogelijke warmtevragers in de omgeving. In eerste instantie leggen we daarbij de focus op de nieuwbouwwoningen in Mortiere, maar we hebben met een bredere blik naar het gebied gekeken om ook andere potentiële afnemers in kaart te brengen. In hoofdstuk 4 volgt een nadere kwantitatieve uitwerking van een collectieve warmtevoorziening in de vorm van een warmtenet waarmee de restwarmte nuttig wordt toegepast. Hierbij is leveringszekerheid nu en in de toekomst een belangrijke randvoorwaarde. Daarna beschouwen we in hoofdstuk 5 de duurzame energievoorziening met gebruik van restwarmte in een breder perspectief, waar we ingaan op de vraag hoe deze een rol kan spelen in de transitie naar een volledig duurzame, fossielvrije energievoorziening op lange termijn.

2 Warmteaanbod

Eastman heeft een stoomoverschot op een laag drukniveau en kijkt om verschillende redenen naar mogelijkheden om deze te hergebruiken. Men heeft daartoe allereerst gekeken naar interne benutting, onder andere naar gebruik bij thermische damprecompressie en andere processen. Tot op heden heeft dit niet geresulteerd in een haalbare business case. Daarom werkt men nu ook mee om deze warmte buiten de site te kunnen benutten. Voor het in kaart brengen van de hoeveelheid beschikbare restwarmte, hebben de site van Eastman bezocht en hebben wij gegevens van hen ontvangen. Naar aanleiding daarvan hebben wij een notitie geschreven, dit hoofdstuk geeft daarvan een samenvatting.

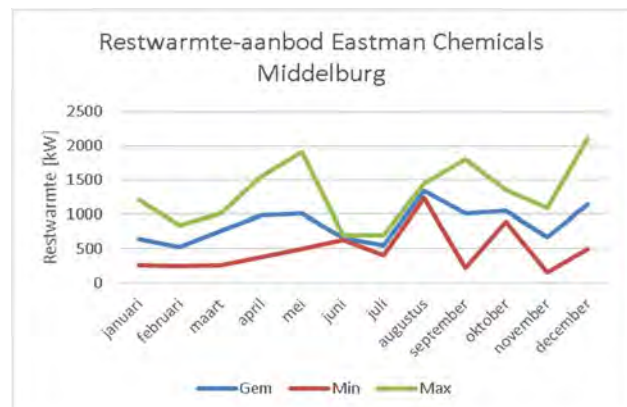
2.1 Typering van de warmte

Het aanbod aan restwarmte van Eastman in Middelburg kent veel fluctuaties. Gemiddeld over de jaren (oktober 2014 - mei 2017) is er 860 kW beschikbaar door condensatie van de stoom bij 100°C. In het stookseizoen (oktober tot en met maart) is het gemiddelde aanbod 790 kW. Volgens opgave van Eastman stijgt het aanbod van restwarmte naar verwachting in de komende jaren.

Er is een jaarlijkse shutdown van de fabriek, meestal in september. Deze shutdown duurt circa twee weken. Op dat moment is er geen of een veel lager stoomoverschot. Daarnaast gaat één keer per twee jaar de stoomketel een aantal dagen per jaar uit bedrijf, ook dan is er geen of een veel lager stoomoverschot. Buiten deze shutdowns is het warmteaanbod is volgens Eastman continu en redelijk constant. Eastman verwacht dat het stoomoverschot eerder meer dan minder wordt; dit komt door projecten om in het proces energie te besparen. De eerste maanden van 2017 laten ook een verhoogd aanbod van restwarmte zien (1.200 kW). Eastman kan de stoomproductie maar voor een beperkt deel terugregelen.

Het restwarmte-aanbod wat uit de stoom teruggewonnen kan worden door de stoom te condenseren (bij een druk van 1 bar), is in de volgende figuur weergegeven. NB. Afkoelen van het condensaat tot 70°C levert 4% extra vermogen op.

Naast restwarmte uit de stoom die wordt afgeblazen, is ook geïnventariseerd of warmte uit koelwater benut zou kunnen worden. Uit een korte inventarisatie blijkt dat de temperatuur hiervan laag is. Op een warme dag in 2017 (25°C buitentemperatuur) was de aanvoertemperatuur van het koelwater naar de koeltorens 26°C (retourtemperatuur 20°C). In de winter is deze temperatuur veel lager en wordt soms de koelwatercirculatie gestopt.



2.2 Mogelijkheden tot uitkoppeling en cascadering

De restwarmte is stoom die momenteel wordt afgeblazen. Voor het benutten van de warmte moet de stoom worden gecondenseerd in een warmtewisselaar die gekoeld wordt met water uit het aan te leggen stadswarmtenet. Op het moment dat er geen warmtevraag is uit het stadswarmtenet kan de stoom, net als in de huidige situatie, afgeblazen worden. Op de site is voldoende ruimte aanwezig voor het realiseren van een uitkoppeling.

Op de layout van de site is door Eastman een route aangegeven voor een mogelijke leidingloop vanaf de stoomafblaas (waar de warmtewisselaar zou kunnen komen) tot de parkeerplaats aan de uiterste hoek van het terrein. De lengte van deze leiding is circa 450 m.

Mogelijkheden cascadering

In sommige gevallen is het mogelijk om meer vermogen uit beschikbare warmte te onttrekken door deze te cascaderen. Dit is mogelijk in een situatie waarin verschillende warmtebehoefte van

verschillende gebruikers aan elkaar te verbinden; bijvoorbeeld door achtereenvolgens gebouwen met een vraag naar hoge-temperatuurwarmte en lage-temperatuurwarmte aan te sluiten op een leiding. Gebouwen met een vraag naar lage-temperatuurwarmte kunnen dat worden aangesloten op de retourleiding van het warmtenet. Het vermogen dat bij Eastman aan restwarmte beschikbaar is, is in alle gevallen begrenst tot gemiddeld ca. 850 kW, in geval van cascadering zal dat niet hoger liggen.

2.3 Resulterende uitgangspunten

- De restwarmte is beschikbaar op een aanvoertemperatuur van 90°C.
- Het beschikbare vermogen van de restwarmte-uitkoppeling wordt in de basis ingeschat op 850 kW.
- De investeringskosten voor de uitkoppeling van de warmte worden ingeschat op €150.000,- (exclusief leidingwerk).
- Het is aannemelijk dat dit vermogen de komende jaren nog wat hoger zal liggen wegens aanpassingen in het productieproces van Eastman. De impact van deze ontwikkeling op het exploitatieresultaat van een restwarmtenet wordt inzichtelijk gemaakt in de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 4.4.

3 Warmtevraag

In vervolg op de inventarisatie van het restwarmte-aanbod is in een tweede stap geïnventariseerd welke warmtevragers er in de omgeving van Eastman aanwezig zijn. Uit voorgaand hoofdstuk komt naar voren dat er circa 850-1200 kW aan aanbodvermogen beschikbaar is. Dit is, afhankelijk van bouwjaar en afmeting, voldoende voor warmtelevering aan een ordegrootte 500-1.000 woningen.

Aanleiding van voorliggende studie is de ontwikkeling van 642 nieuwe woningen in de vlakbij gelegen nieuwbouwwijk Mortiere, het onderwerp van paragraaf 3.1. Indien alle woningen aangesloten zouden worden op het nieuw aan te leggen warmtenet, kan het grootste deel van het restwarmteaanbod worden aangesproken. Om een compleet beeld aan de kant van de warmtevraag te vormen, is in toevoeging op de analyse van het vraagprofiel Mortiere ook een aantal kansrijke warmtevragers in de nabije omgeving in kaart gebracht. Het gaat daarbij specifiek om een dichtbijgelegen woningcomplexen van corporatie Woongoed. In paragraaf 3.2 bekijken we of en onder welke condities aansluiting van deze woningcomplexen perspectiefvol kan zijn. Tevens gaan we in paragraaf 3.3 in op de vraag van het stadskantoor.

3.1 Mortiere

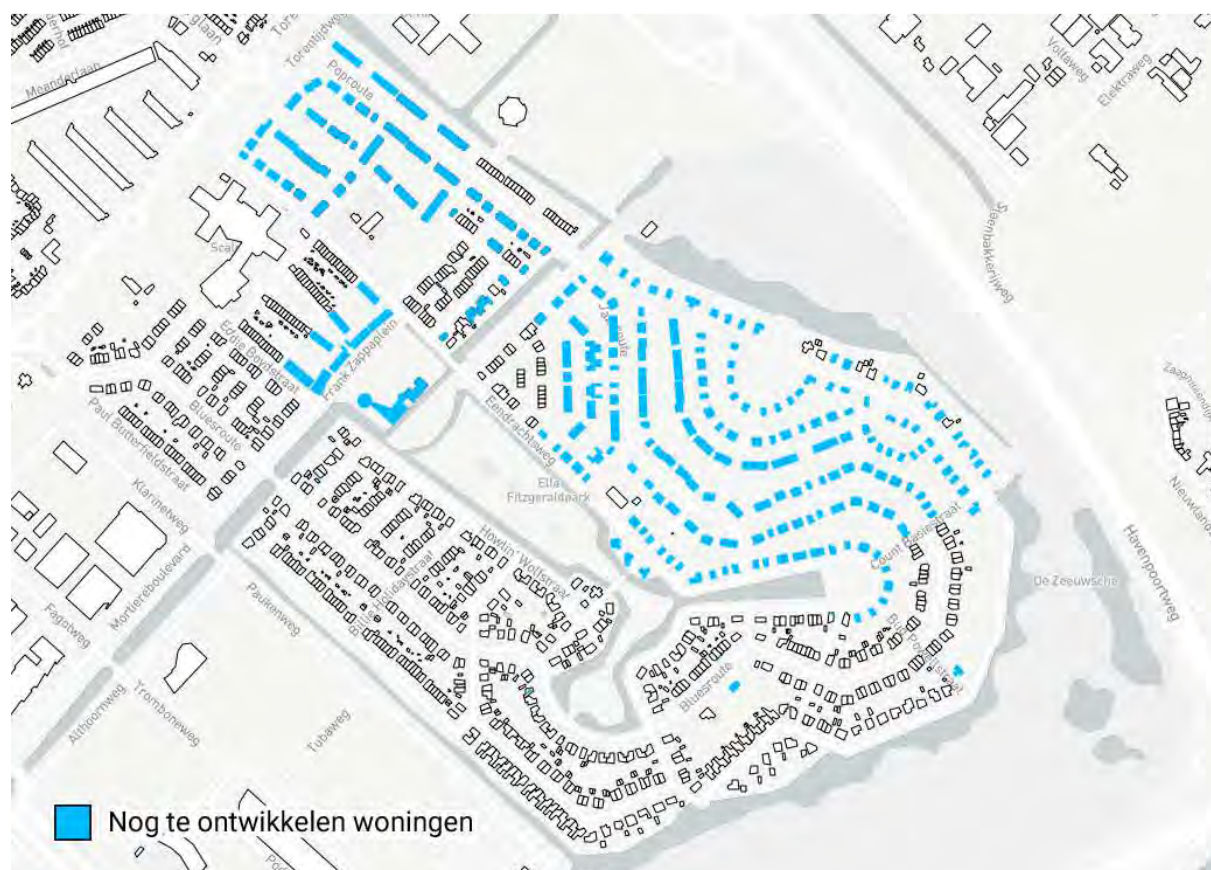
Vlakbij de fabriek van Eastman ligt de nieuwbouwwijk Mortiere. De komende jaren worden hier circa 642 woningen gefaseerd gebouwd. De ontwikkelaar is vooralsnog voornemens deze woningen uit te rusten met aardgasgestookte combiketels.

De woningen worden op een relatief korte afstand van Eastman ontwikkeld. Dit biedt perspectief voor een koppeling tussen de restwarmte van Eastman en de te ontwikkelen woningen via een daartoe te ontwikkelen warmtenet. De combiketels in de woningen kunnen dan komen te vervallen waardoor de aanleg van een aardgasnetwerk op de nieuwbouwlocatie achterwege kan blijven en op CO₂-uitstoot kan worden bespaard. Tevens kan hiermee op een zichtbare manier invulling worden gegeven aan de doelstelling van de gemeente Middelburg het gebruik van aardgas voor het verwarmen van woningen en gebouwen richting 2050 uit te faseren.

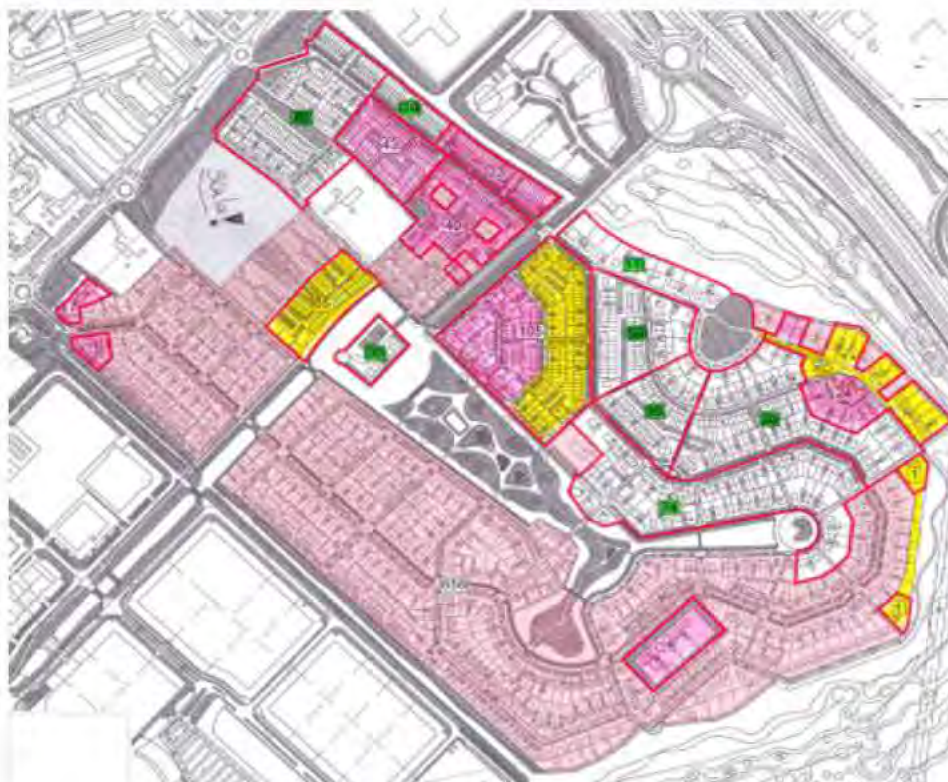
Onderstaande kaart toont het stedenbouwkundig plan voor de volledige wijk. Een deel van deze woningen is reeds gerealiseerd en van aardgasgestookte combiketels voorzien. Die woningen vallen buiten de scope van voorliggende studie.



Onderstaande kaart toont de ligging van de 642 woningen welke nog niet ontwikkeld zijn en mogelijk nog op een te ontwikkelen restwarmtenet aangesloten kunnen worden. Deze woningen vallen allen binnen de scope van de analyse.



In deze verzameling van nog te ontwikkelen woningen, is de ontwikkeling van een aantal woningen al dusdanig ver gevorderd, dat het niet meer reëel is dat deze op het warmtenet worden aangesloten. Daarmee valt een additioneel aantal woningen buiten de scope van deze studie. De onderstaande kaart geeft in roze en gele kleuren weer welke woningen dit betreft. De overige gebieden vallen binnen de scope, dit betreft 373 van de 642 woningen. De aantallen woningen zijn per groep woningen aangeduid in de groene kaders¹.



Onderstaande tabel toont de verdeling over de verschillende typen woningen welke ontwikkeld gaan worden. De tabel bevat het aantal woningen dat binnen de scope van deze studie valt. Qua energieprestaties is bij het inschatten van de warmtevraag van de woningen nu uitgegaan van het bouwbesluit waarin wettelijke eisen ten aanzien van energievraagbeperkende maatregelen zijn opgenomen: de EPC-eis. Momenteel wordt een EPC-eis van ten minste 0,4 voorgeschreven, wat overeenkomt met energielabel A. Dit is overigens wel onder de aanname dat de woningen vóór 2021 ontwikkeld worden².

Type	Aantal	BVO ³ per woning (m ²)	Geschatte warmtevraag (GJ/woning/jaar)	Jaarlijkse totale warmtevraag per type woning (GJ/jaar)	Aansluitvermogen per woning (kW)
Rijwoningen	146	120	25	7.650	26
Twee-onder-één-kap	140	130	30	3.720	31
Vrijstaand	51	170	40	4.480	31
Appartementen	36	80	20	2.000	26
Totaal	373			17.850	

¹ Gegevens en kaart hebben wij ontvangen van Prince Projecten.

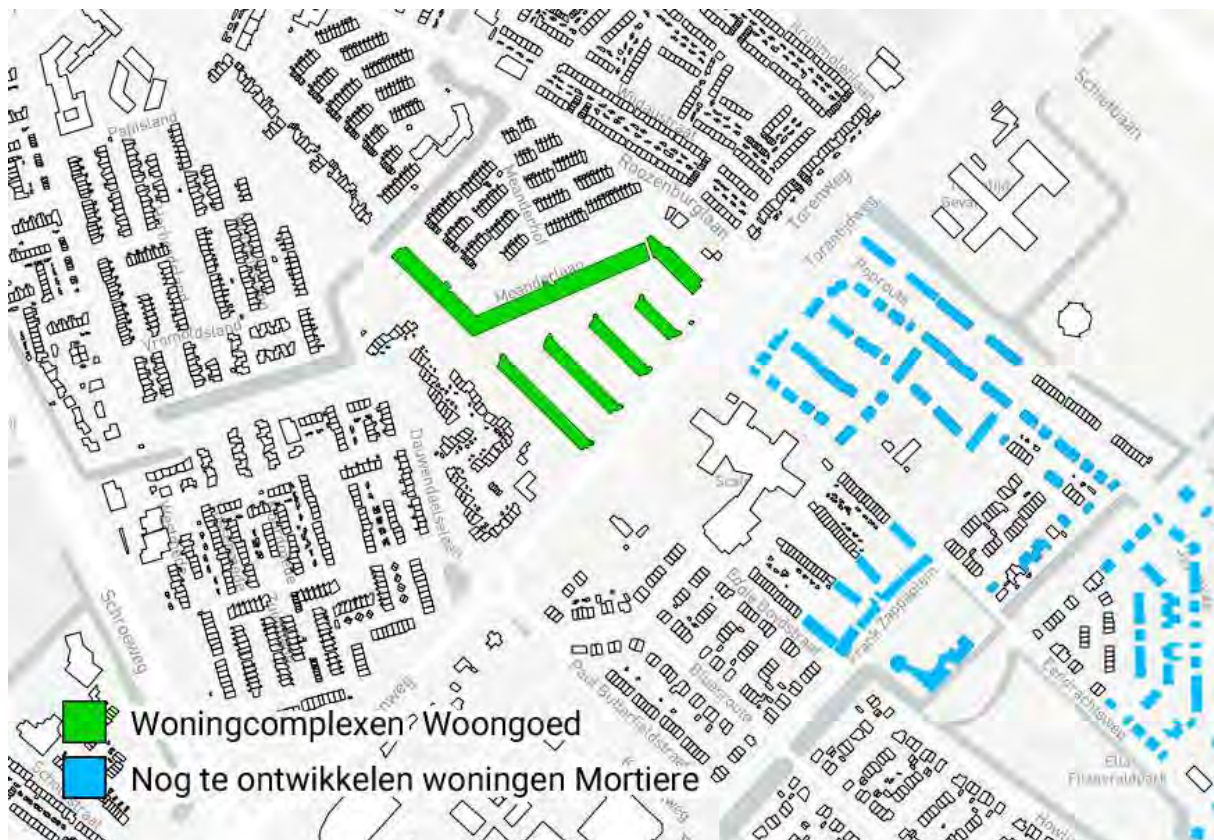
² Vanaf 2021 komt de EPC-methode te vervallen en wordt de BENG-methode van kracht (Bijna Energie Neutrale Gebouwen). De BENG-methode stelt hogere en striktere eisen aan de energiezuinigheid van nieuwbouwwoningen. Wanneer blijkt dat een deel van de bouwvergunningen ná 2021 aangevraagd zullen worden, dan valt het vraagvolume van de warmte waarschijnlijk lager uit. Het moment van aanvraag van de bouwvergunning zal hier (naar alle waarschijnlijkheid) leidend in zijn.

³ BVO: bruto vloeroppervlak

Bij de ontwikkeling van warmtenetten is het van belang met voldoende tempo aansluitingen op het warmtenet te realiseren om aanloopverliezen binnen acceptabele grenzen te houden. De exacte nieuwbouwplanning van de woningen is ten tijde van dit schrijven nog niet bekend. In de analyse wordt rekening gehouden met een vollooptijd van 5 jaar (2018-2022).

3.2 Woningcomplexen Woongoed

Pal naast de nieuwbouwlocatie zijn een zestal woningcomplexen van corporatie Woongoed gesitueerd. Gegeven het bouwjaar en de geconcentreerde warmtevraag van gestapelde woningbouw leken deze flats in eerste instantie kansrijk voor aansluiting op het warmtenet. Het bouwjaar (jaren '60/'70) vormt een indicatie voor zowel het volume van de warmtevraag (vaak matig tot niet geïsoleerd) als het toegepaste type installaties (vaak blokverwarmingssystemen). Een blokverwarmingssysteem zou het mogelijk maken om op zeer kosteneffectieve wijze meerdere woningen via één centraal aansluitpunt op het te ontwikkelen restwarmtenet aan te sluiten.



Uit open data over de gasverbruiken, afkomstig van Enduris en na navraag bij Woongoed, komt echter naar voren dat de betreffende complexen inmiddels van individuele aardgasgestookte combiketels zijn voorzien. Het complex aan de Meanderlaan is in 2008 gerenoveerd en destijds gelijktijdig van individuele combiketels zijn voorzien.

Voor het complex aan de Meanderlaan geldt dat deze ooit van een collectief blokverwarmingssysteem was voorzien. Het oude leidingwerk en -schachten zijn nog aanwezig, zodat op relatief kosteneffectieve wijze leidingwerk kan worden aangebracht om de woningen alsnog op een restwarmtenet aan te sluiten. De ketels moeten over enkele jaren worden vervangen en er is door eigenaar Woongoed interesse getoond om het gesprek aan te gaan dit complex aan te sluiten op een eventueel nieuw, nog aan te leggen warmtenet. Het temperatuurniveau van de warmte afkomstig van Eastman is hiervoor toereikend.

Wel moet de hoofdtransportleiding dan bij de aanleg van het warmtenet zodanig gedimensioneerd worden dat de transportcapaciteit in de toekomst toereikend is om ook aan de woningcomplexen te

kunnen leveren en niet begrensd zijn op het benodigde transportvermogen voor alleen Mortiere. We komen hier dan ook nog op terug bij de exploitatieberekening.

Onderstaande tabel toont de warmtevraag van de woningen. De warmtevraag is afgeleid uit open data over de gasverbruiken afkomstig van Enduris. De woningaantallen zijn afgelezen uit BAG-data.

Type	Aantal woningen	Gemiddeld vloeroppervlak per woning (m ² BVO)	Geschatte warmtevraag o.b.v. open data Enduris (GJ/woning/jaar)	Indicatieve warmtevraag complex (GJ/jaar)
Meanderlaan 2-484	256	85	29	7.400
Driewegenhof 1-57	18	80	41	740
Driewegenhof 59-145	26	80	41	1.100
Driewegenhof 147 - 263	36	80	40	1.400
Driewegenhof 265 – 411	45	80	40	1.800
Totaal	381			12.440

3.3 Vraaginventarisatie stadskantoor

Tijdens de inventarisatie van de warmtevraag is het stadskantoor ook nog ter sprake gekomen als potentieel interessante afnemer van restwarmte. Het stadskantoor is in eerste instantie met een WKO-systeem uitgerust om in de warmtevraag te voorzien, maar dit systeem functioneert momenteel niet. Het stadskantoor wordt nu daarom van warmte voorzien met een aardgasgestookte installatie.

De omvang van de warmtevraag van het stadskantoor is nog niet bekend, maar het is naar verwachting niet haalbaar om een rendabele aansluiting te realiseren op een warmtenet met restwarmte afkomstig van Eastman. De afstand tussen een aansluitpunt op de hoofdtransportleiding en het stadskantoor is met 1,3 km vrij lang voor een enkele afnemer.

3.4 Resulterende uitgangspunten

- Er worden 373 woningen op het restwarmtenet aangesloten, met een jaarlijkse totale warmtevraag van 10.610 GJ.
- Er wordt een volloopscenario van 5 jaar aangehouden.

4 Ontwikkeling warmtenet

In voorgaande hoofdstukken zijn de volgende primaire uitgangspunten en onderdelen voor de ontwikkeling van een warmtenet vastgesteld en uitgewerkt:

- De restwarmte is beschikbaar op een aanvoertemperatuur van 90°C.
- Het beschikbare vermogen van de restwarmte-uitkoppeling wordt ingeschat op 850 kW.
- De investeringskosten voor de uitkoppeling van de warmte worden ingeschat op € 150.000,-.
- Er worden 373 nieuwbouwwoningen op het restwarmtenet aangesloten, warmtevraag: 10.610 GJ/jaar.
- Er wordt een volloopsценario van 5 jaar (2018-2022) aangehouden.

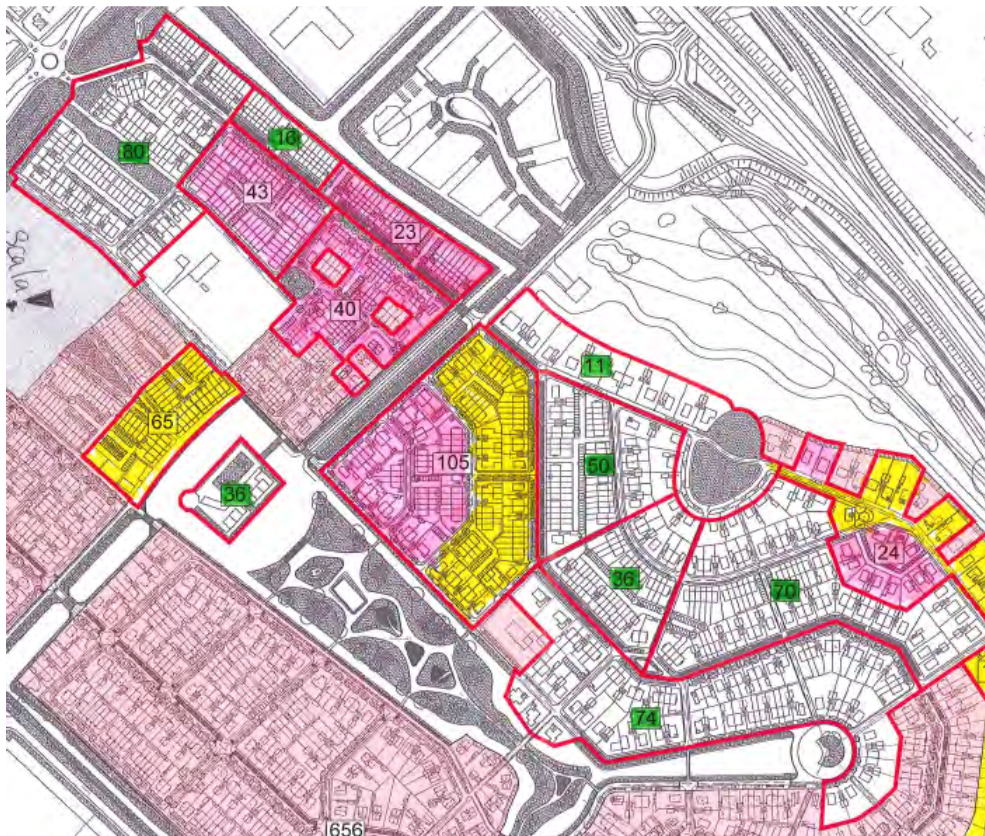
In de volgende paragrafen worden de overige onderdelen van het te ontwikkelen warmtenet uiteengezet en toegelicht (5.1), worden de resultaten van een exploitatieberekening gepresenteerd (5.2) en wordt de impact op energielabels en CO₂-uitstoot toegelicht (5.3). Tot slot worden in paragraaf 5.4 de belangrijkste bevindingen aan een gevoeligheidsanalyse onderworpen.

4.1 Onderdelen

In deze paragraaf zetten we uiteen welke afnemers er op het warmtenet worden aangesloten, wat hiervan de praktische impact is vanuit de bewoners gezien, van welke aansluitvermogens we uitgaan en welke kosten en tarieven van toepassing zijn voor zowel de ontwikkelaar als de bewoners.

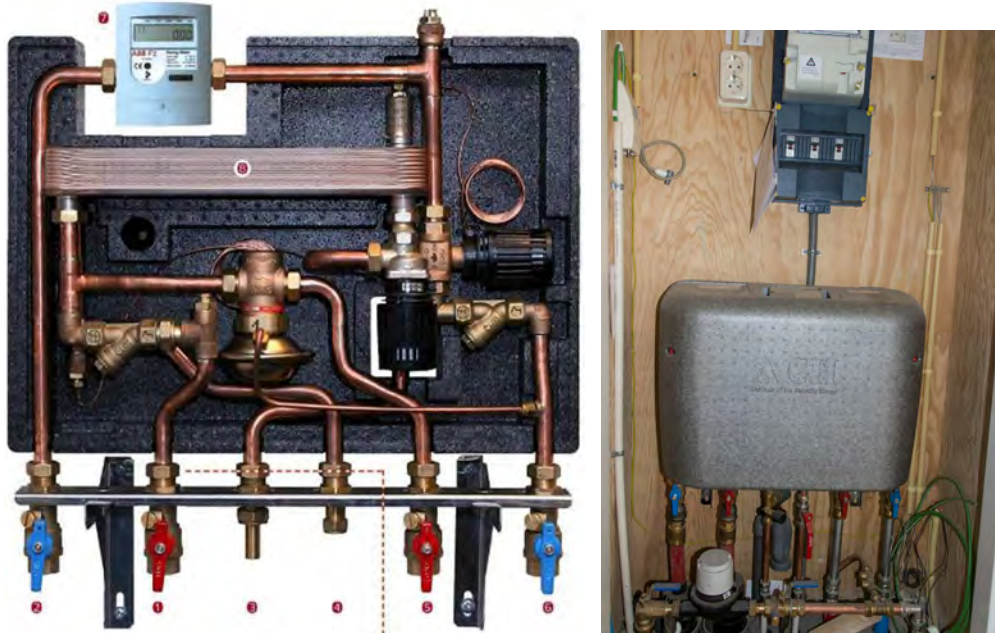
4.1.1 Afnemers

Onderstaande figuur toont alle aan te sluiten woningen. Dit betreft alle woningen vermeld in de tabel in paragraaf 3.1.



Praktische impact

De praktische impact op de woningen is minimaal. In plaats van de toepassing van een gasgestookte combiketel, wordt er een warmte afleverset in de woning geïnstalleerd. De afleverset kan op dezelfde plek komen te hangen waar normaal gesproken de combiketel zou komen te hangen. Een afleverset is kleiner van omvang dan een combiketel.



Wij gaan er bij de configuratie van het warmtenet wel van uit dat er een hoge mate van uitkoeling wordt gerealiseerd in de woningen. We rekenen met een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 30-40°C. Om deze mate van uitkoeling mogelijk te maken, gaan wij er wel van uit dat er vloerverwarming wordt toegepast in de nieuwbouwwoningen (of speciale laagtemperatuurradiatoren). Met de toepassing van reguliere radiatoren of convectoren is een dergelijke mate van uitkoeling namelijk niet haalbaar. Een hoge mate van uitkoeling is wenselijk omdat de leidingen van het warmtenet dan dunner uitgevoerd kunnen worden, wat in lagere kosten voor het leidingwerk resulteert. Het is technisch prima mogelijk om toch radiatoren toe te passen, maar omwille deze kostenoptimalisatie vormt vloerverwarming het uitgangspunt. Toepassing van vloerverwarming maakt de warmtevoorziening van de woning ook meer toekomstbestendig, omdat het warmte-afgiftesysteem in de woning hiermee is voorbereid op een aansluiting op een laagtemperatuurbron. Dit vergemakkelijkt eventuele toekomstige aansluiting op een alternatieve duurzame warmtebron, mocht Eastman op een zeker moment de deuren sluiten.

Keuzevrijheid

Bij de toepassing van een warmtenet heeft de bewoner geen keuzevrijheid van warmteleverancier zoals dit bij een aansluiting op het aardgasnet wel het geval was. Om de consument te beschermen tegen (te) hoge prijzen heeft de overheid de warmtewet in het leveren geroepen, vanuit de warmtewet worden de tarieven voor kleinverbruikers gereguleerd en gemaximeerd.

Aansluitvermogen

We hanteren het in de markt gebruikelijke uitgangspunt is dat bewoners niet gelijktijdig ruimteverwarming en warmtapwaterproductie kunnen toepassen. Dit houdt in dat wanneer de bewoner de warmwaterkraan open heeft staan, de ruimteverwarming tijdelijk wordt gepauzeerd. Dit uitgangspunt heeft tot doel het op te stellen opwekvermogen te optimaliseren.

Het benodigde vermogen voor warmwaterproductie is dan leidend in de dimensionering van de aansluitingen van de woningen op het warmtenet. Afhankelijk van de grootte van de woning gaan we uit van 26 kW of 31 kW per woning. Het totale aansluitvermogen komt daarmee uit op 17,8 MW. Dit is overigens niet gelijk aan het op te stellen warmte-opwek vermogen, laatstgenoemde komt een stuk

lager te liggen dankzij optimalisatie op gelijktijdigheid. In de praktijk zullen niet alle bewoners gelijktijdig onder de douche stappen. We kunnen daarom volstaan met een gelijktijdfactor kleiner dan 1. Zie paragraaf 4.1.2 voor nadere toelichting.

Kosten en tarieven

Voor een aansluiting op het warmtenet en het verbruik van warmte hanteren we de volgende prijzen en tarieven (allen exclusief BTW):

- Tarieven afnemers (bewoners): De bewoners betalen de warmteleverancier een maandelijks of jaarlijks vastrechtbedrag en een vergoeding voor het variabele verbruik van warmte. Deze tarieven zijn gereguleerd (gemaximeerd) door de warmtewet, waarbij een specifieke rekenmethodiek wordt voorgeschreven voor de berekening van de tarieven. Dit is de 'Niet-Meer-Dan-Anders (NMDA)'-methodiek. Toepassing van NMDA resulteert in de volgende tarieven:
 - Vastrecht: 344,63 €/jaar⁴. De warmtewet bepaalt een maximaal toelaatbare vastrechtbedrag van 444,63 €/woning/jaar. Onze ervaring is echter wel dat de bewoners bij het hanteren van dit vastrecht duurder uit zijn in vergelijking tot de situatie waarin wordt verwarmd met een conventionele gasgestookte combiketel. Een bedrag van 300-350 €/woning/jaar ligt onzes inziens beter in lijn met de kosten in een conventionele gasgestookte situatie, daarom hebben wij een korting van € 100 gehanteerd.
 - Variabel tarief: 18,75 €/GJ
- Bijdrage Aansluitkosten (BAK): De ontwikkelaar van de woningen betaalt de exploitant een eenmalige vergoeding voor het realiseren van een aansluiting op het warmtenet. Het te hanteren bedrag wordt doorgaans gebaseerd op de uitgespaarde kosten voor aanschaf en installatie van een gasgestookte combiketel en de aansluiting hiervan op het aardgasnet. Dit vertaalt zich in een bedrag van circa 5000 €/woning. Dit bedrag is een orde grootte die ook vaker in de markt wordt gehanteerd bij duurzame energievoorzieningen.

4.1.2 Bron

De paarse stip op onderstaande kaart toont de positie voor plaatsing van de warmtewisselaar voor uitkoppeling van de restwarmte en de gasgestookte ketels voor piek/backup-vermogen. Tevens ingetekend is het tracé van de hoofdtransportleiding voor transport van de warmte naar Mortiere.



⁴ Dit tarief komt voort uit de warmtewet en is als volgt opgebouwd: vastrecht warmte: € 247,24; huur afleverzet: € 176,71; meetkosten: € 20,68

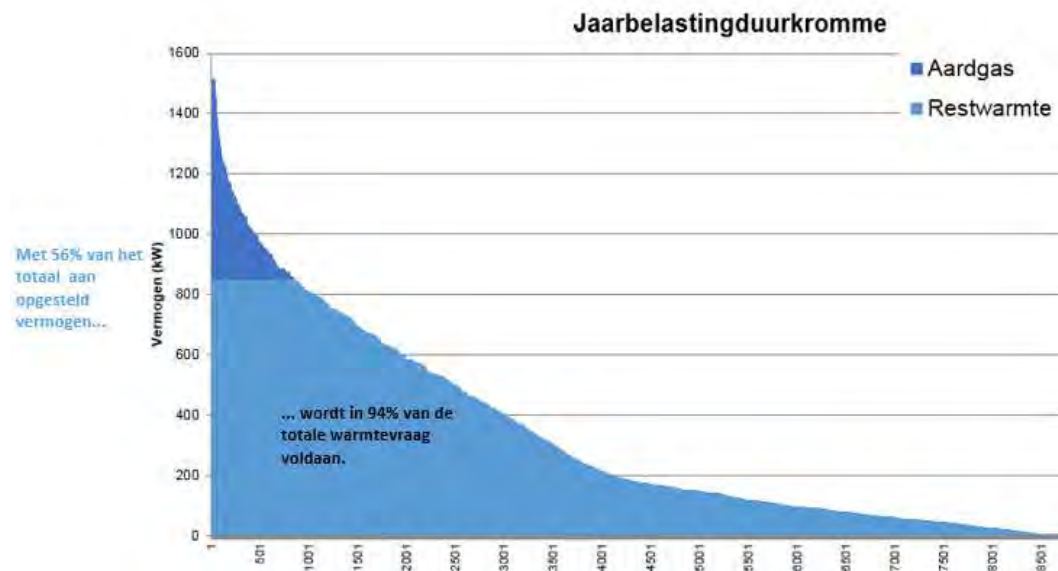
Op het terrein van Eastman moet ruimte beschikbaar worden gemaakt voor de plaatsing van de warmtewisselaar en de gasgestookte ketels. Dit is mogelijk op locatie van de paarse stip in bovenstaande kaart.

Op te stellen warmte-opwekvermogen

Het totale aansluitvermogen aan de afnamekant bedraagt voor 373 woningen 10.6 MW, maar aan de opwekkant kan dankzij gelijktijdigheidseffecten kunnen worden volstaan met een veel lager opwekvermogen. Bij aansluiting van alle 373 woningen is ca. 2030 kW toereikend (circa 5.5 kW per woning). Hiervan kan circa 45% worden ingevuld met de restwarmtebron van 850 kW. De rest van het vermogen wordt door nieuw te plaatsen collectieve aardgasgestookte ketels opgewekt. Het totaal op te stellen vermogen gasketels is gelijk aan het totale opwekvermogen, zodat ook in de volledige warmtevraag voorzien kan worden in extreme situaties, zoals op de koudste dagen in het geval van een productiestop bij Eastman. Deze getallen zullen wijzigen indien meer woningen aangesloten zullen worden op de leiding.

Jaarbelastingduurkromme: vermogen vs. volume

De bijdrage van restwarmte van 56 % in het totaal op te stellen opwekvermogen lijkt aan de lage kant, echter kan hiermee op jaarbasis wel het merendeel van de op te wekken warmte worden geproduceerd. Dit is het beste te illustreren aan de hand van de jaarbelastingduurkromme in onderstaande grafiek. De grafiek toont het aantal uren per jaar waarin aanspraak wordt gemaakt op een bepaald vermogen. De grafiek volgt hoofdzakelijk het verloop van de buitentemperatuur gedurende het jaar. Op de koudste winterdagen wordt incidenteel (ruim) 1.500 kW aangesproken (enkele uren per jaar).



Uit de jaarbelastingduurkromme is af te lezen dat met het beschikbare vermogen van de restwarmte-uitkoppeling voor 96% in de totale warmtevraag kan voorzien. Dit percentage zou met het oog op af te dragen energiebelasting omlaag kunnen tot 70% (daaronder moet meer energiebelasting afgedragen worden). Dit betekent dat dit scenario mogelijkheden biedt om additionele woningen aan te sluiten.

In de gevoeligheidsanalyse wordt het effect van aansluiten van additionele afnemers op de verhouding tussen het geproduceerde volume restwarmte en aardgasgestookte warmte verkend.

Buffering

Er komt restwarmte vrij op momenten waarop er geen warmtevraag is. In de zomer is nagenoeg geen warmtevraag (met uitzondering van warmtapwater) en in de koudere maanden is er 's nachts minder warmtevraag dan overdag. Deze warmte zou gebufferd kunnen worden, zodat zodra er wel weer een vraag naar warmte optreedt deze alsnog nuttig ingezet kan worden. Met betrekking tot buffering kunnen we twee vormen onderscheiden:

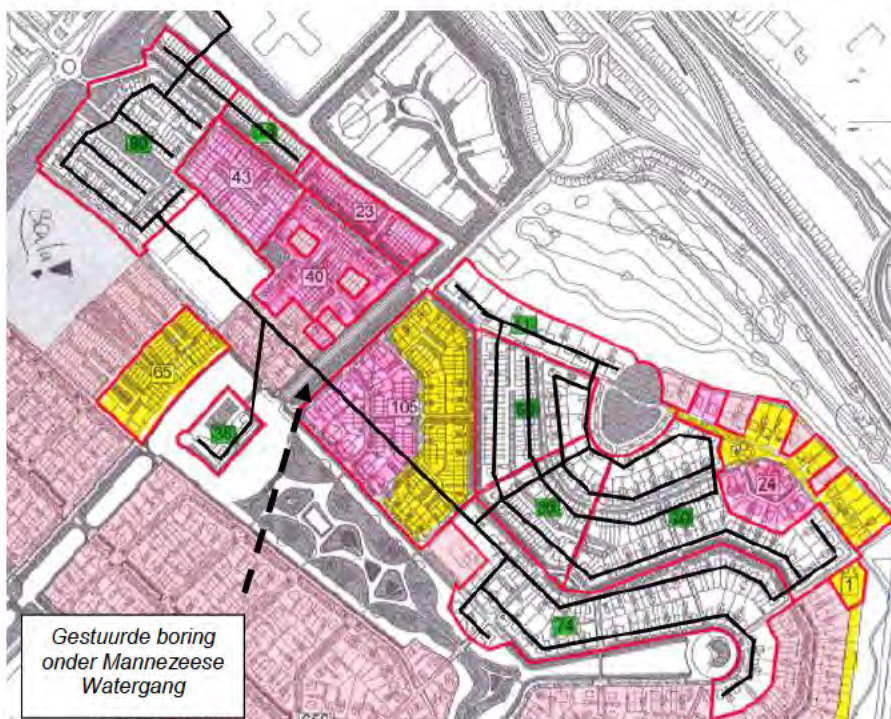
- Seizoenbuffering: alle warmte die gedurende de zomermaanden beschikbaar is maar op dat moment niet nuttig toegewend kan worden wordt opgeslagen voor gebruik in de koudere maanden.
- Korte termijnbuffering: restwarmte die 's nachts vrijkomt wordt gebufferd voor gebruik overdag.

Seizoenbuffering introduceert de mogelijkheid additionele woningen aan te sluiten en/of het volume aardgas verstoekt door de piek-installatie naar beneden te brengen. Er zijn nieuwe concepten in ontwikkeling zoals bijvoorbeeld het Ecovat (een grote ondergrondse silo voor warmwater-opslag) of ondergrondse opslag in de bodem (opslag in zandpakket/grondwater) om seizoenbuffering mogelijk te maken. In voorliggende casus wordt een deel van de restwarmte benut. Met 850 kW restwarmtevermogen zou op jaarbasis in potentie in totaal 27.000 GJ worden geproduceerd. Grootschalige seizoenbuffering heeft potentie, en zal in een vervolgstadium in meer detail moeten worden doorgerekend. Momenteel zit deze technologie nog in de pilotfase, wat inhoudt dat er nog geen commercieel bewezen systeem op de markt beschikbaar is.

Korte termijnbuffering kan uitkomst bieden om het aandeel aardgas verstoekt in de piek terug te dringen. Hierbij wordt dan een buffer in de vorm van een grote bovengrondse silo voor warmwateropslag toegepast, vergelijkbaar met de buffers die vaak worden toegepast door tuinders. Dit is naar verwachting kosteneffectief toe te passen en kan in een vervolgstap bij de detailuitwerking van het concept nader worden beschouwd, waarbij het vraagpatroon op detailniveau geanalyseerd kan worden en dan ook gekeken kan worden of hier de benodigde ruimte voor beschikbaar is op het terrein van Eastman.

4.1.3 Warmtenet

Onderstaande figuur toont (indicatief) de ligging van het tracé van het te ontwikkelen restwarmtenet. In dit tracé is rekening gehouden met een boring onder de Mannezeese Watergang.



Positie ketels voor backup

Om te allen tijde de leveringszekerheid te kunnen garanderen wordt een backup-installatie geplaatst welke wordt gedimensioneerd op het volledige maximaal benodigde opwekvermogen, in dit geval zijn dit gasgestookte ketels. Deze installatie kan op locatie bij Eastman worden geplaatst, of aan de andere kant van de transportleiding worden geplaatst. Plaatsing op locatie bij Eastman heeft als voordeel dat de volledige opwekinstallatie op één gecentraliseerde plek kan worden ondergebracht. Daarnaast biedt het een beter uitgangspunt om in de toekomst op een alternatieve warmtebron over te schakelen, en/of het warmtenet verder uit te breiden. Plaatsing van de backup-installatie aan de andere kant van de transportleiding heeft als voordeel dat er kan worden volstaan met een kleinere diameter in de transportleiding waardoor er op investeringskosten kan worden bespaard. Echter wordt dit voordeel weer deels tenietgedaan door de kosten voor de bouw van een technische ruimte voor de installatie naast de woonwijk. Deze punten afwegende hebben we er voor gekozen de backup-installatie op locatie bij Eastman te plaatsen.

Leidinglengtes

De lengte van de hoofdtransportleiding tussen de locatie van uitkoppeling op het terrein van Eastman en het meest noordwestelijke punt van de wijk Mortiere bedraagt 1,3 km. Ook tussen de 2 nieuwbouwclusters is in de berekening rekening gehouden met een hoofdleiding, van in dit geval 500 m. er is rekening gehouden met additionele kosten voor een boring. De totale lengte van het distributienet wat alle woningen met de hoofdtransportleiding verbindt, bedraagt ongeveer 3,8 km. Aangenomen is dat de distributienetten onder de woningen door kunnen komen te lopen (door de kruipruimten) met het doel de kosten van de aansluitleidingen tussen het distributienet en de afgiftesets in de woningen te minimaliseren. Dit is niet de conventionele wijze van aanleg van distributieleidingen, meestal worden de distributieleidingen door het midden van de straat aangelegd.

In de gevoeligheidsanalyse (paragraaf 5.4) besteden we daarom ook aandacht aan de meerkosten en de impact hiervan op het financiële resultaat wanneer de leidingen door het midden van de straat worden aangelegd.

Leidingdiameters

In de eerste plaats is het aantal woningen bepalend voor de benodigde transportcapaciteit ofwel de te hanteren leidingdiameters. Daarnaast is ook het verschil tussen de aanvoer en retourtemperatuur, de 'delta-T', sterk bepalend voor de leidingdikte. Hoe hoger dit verschil, hoe dunner de leidingen kunnen zijn. Er kan dus op kosten in leidingwerk bespaard worden wanneer er een grote delta-T gerealiseerd wordt. Dit wordt mogelijk gemaakt door een slimme regeling toe te passen bij de woningen in combinatie met vloerverwarming.

Met een aanvoertemperatuur van 90 °C en een retourtemperatuur van 40 °C als uitgangspunt wordt een delta-T gerealiseerd van 50 K. Om daarbij op de koudste dag het benodigde transportvermogen te kunnen realiseren en de mogelijkheid te hebben om aanvullende woningen aan te sluiten, dient dan voor het hoofdtransportnet een leidingmaat van DN125 toegepast te worden. Voor het distributienet wisselt de te hanteren leidingmaat naargelang de leidingen verder aftakken naar steeds kleinere clusters woningen. Hiervoor is een gemiddelde leidingmaat van DN65 aangenomen.

Let op dat de uiteindelijk te kiezen leidingmaat van impact is op de toekomstige bewegingsvrijheid om additionele woningen op het warmtenet aan te kunnen sluiten of een alternatieve warmtebron toe te passen. De link met het aantal woningen spreekt voor zich, de beperking op de mogelijkheden alternatieve warmtebronnen toe te passen laat zich ook weer uitleggen aan de hand van de delta-T. Wanneer de beschikbaarheid van restwarmte van Eastman zou komen te vervallen moet er een alternatieve bron worden ontwikkeld. Wanneer deze bron ook weer in staat is om warmte op 90 °C kan produceren, bijvoorbeeld met een biomassacentrale, dan blijft de transportcapaciteit van het leidingnet toereikend. Bij sommige duurzame warmtebronnen kan echter ook sprake zijn van een lager temperatuurniveau. Wanneer de aanvoertemperatuur bijvoorbeeld daalt naar 50 °C, dan resteert er nog een delta-T van $50 - 40 = 10$ K. De leidingdiameter moet dan groter worden uitgevoerd om de benodigde transportcapaciteit in stand te houden. DN125 is dan niet meer toereikend, de minimaal vereiste diameter zou dan DN200 zijn. Hierbij speelt dus de afweging tussen toekomstbestendigheid en kostenoptimalisatie. In de basis rekenen we met DN125, in de gevoeligheidsanalyse wordt de impact van een grotere leidingdiameter op het financiële resultaat verkend.

Praktische aspecten

Het wenstracé van de hoofdtransportleiding loopt via de Waldammeweg en de Torenweg. Er is relatief veel onverhard oppervlak (gras) aanwezig dit tracé, waardoor het leidingwerk op dit tracé waarschijnlijk relatief kosteneffectief kan worden aangelegd. Of dit inderdaad het geval is dient nader onderzocht te worden aan de hand van o.a. een KLIK-melding. Wel dient er waarschijnlijk een gestuurde boring uitgevoerd te worden om onder de rotonde Torenweg/Nieuwlandseweg/Schietbaan door te komen.

Op locatie van Mortiere zelf is aangenomen dat grotendeels de aanleg van het warmtenet gecombineerd kan worden met andere (nieuw-)bouwwerkzaamheden. Er is daarom rekening gehouden met lagere kosten van aanleg in vergelijking tot de aanleg van een warmtenet voor bestaande bouw.

4.2 Financiële doorrekening

In voorgaande paragrafen zijn al een aantal financiële uitgangspunten naar voren gekomen. Deze worden in paragraaf 4.2.1 kort geresumeerd en aangevuld met uitgangspunten die nog niet eerder benoemd zijn. Paragraaf 4.2.2 presenteert de resultaten van de berekeningen.

4.2.1 Uitgangspunten

Onderdeel	Eenheid	Waarde	Opmerkingen
Investeringskosten			
Warmtewisselaar Eastman	€	150.000,-	75 €/kW
Collectieve gasketels (piek/backup)	€	203.000,-	100 €/kW
Afgiftesets	€	585.000,-	1.500 €/woning
Aansluitkosten	€	585.000,-	1.500 €/woning
Hoofdtransportnet	€	998.000,-	550 €/m aanvoer+retour
Distributienet	€	1.265.000,-	350 €/m aanvoer+retour
Totaal investeringen	€	3.786.000,-	
Onvoorzien	€	380.000,-	Op basis van 10% van de investeringen
Herinvesteringen na jaar 15	€	395.000,-	Op basis van 30% van initiële investeringskosten exclusief leidingwerk.
Tarieven			
Warmtelevering	€/GJ	18,75	NMDA
Warmteaansluiting	€/woning/jaar	344,63 ⁵	Huur warmtewisselaar, vastrecht en meekosten.
Bijdrage aansluitkosten (BAK)	€/woning	5.000,-	Van ontwikkelaar woningen aan exploitant warmtenet.
Pompenergie	€/GJ	0,20	€/GJ getransporteerde warmte
Vergoeding Eastman	€/GJ	1	Vergoeding voor restwarmte aan Eastman
Aardgas	€/m ³	0,49	
Facturatie/incasso	€/woning/jaar	50	
Indexaties			
Warmtelevering	-	3,0%	Incl. prijsstijging algemeen (inflatie)
Elektriciteit (pompen)	-	2,0%	Incl. prijsstijging algemeen (inflatie)
Aardgas	-	3,0%	Incl. prijsstijging algemeen (inflatie)
Algemeen (inflatie)	-	1,5%	
Overige			
Onderhoud en beheer	€/jaar	1% van initiële investeringskosten met een indexatie van 1,5%. Kosten in jaar 1 ca. € 38.500,-	
EIA-voordeel	€	757.000,-	14,5% netto voordeel op investeringskosten in warmtewisselaar, leidingwerk en afgiftesets in woningen ⁶
Vollooptijd	jaar	5	De woningen worden in 5 jaar gerealiseerd; dit komt terug in investeringen in distributienetten, afleversets en aansluitkosten

⁵ De warmtewet bepaalt een maximaal toelaatbare vastrechtbedrag van ca. 444 €/woning/jaar. Onze ervaring is echter wel dat de bewoners bij het hanteren van dit vastrecht duurder uit zijn in vergelijking tot de situatie waarin wordt verwarmd met een conventionele gasgestookte combiketel. Een bedrag van 300-350 €/woning/jaar ligt onzes inziens beter in lijn met de kosten in een conventionele gasgestookte situatie, daarom hebben wij een korting van € 100 gehanteerd.

⁶ De Energie-Investering-Aftrek (EIA) is een korting die kan worden verkregen op investeringskosten in systemen voor de benutting van restwarmte en wordt ontvangen in de vorm van een korting op de af te dragen winstbelasting. Sinds dit jaar worden systemen voor de benutting van restwarmte breder ondersteund.

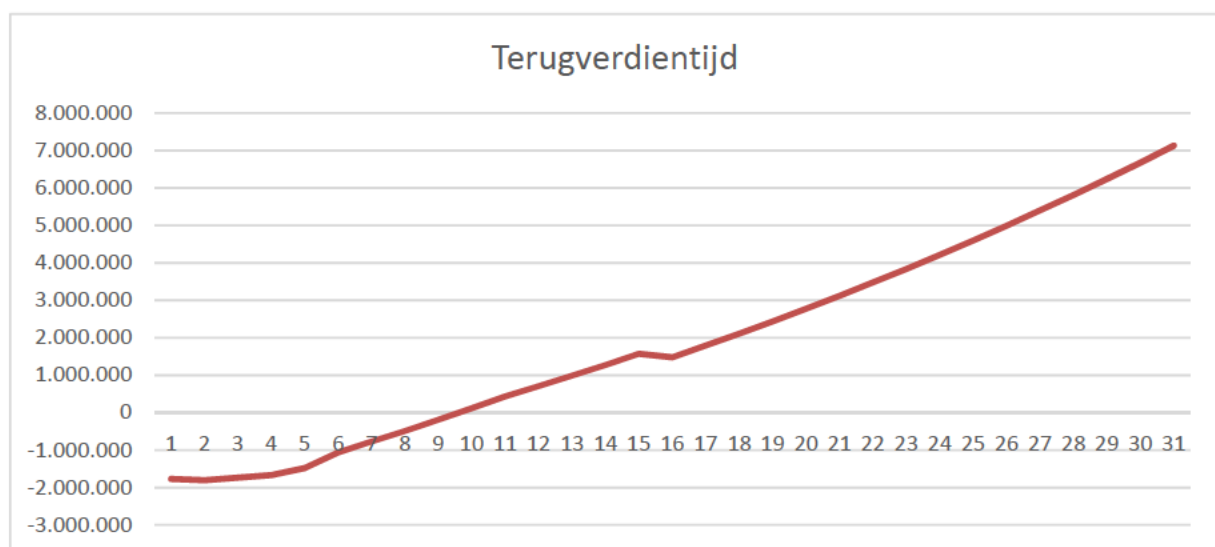
4.2.2 Resultaat

De gehanteerde uitgangspunten resulteren in de volgende interne rentevoeten (IRR):

- Over een periode van 15 jaar: 7.6 %
- Over een periode van 30 jaar: 11.8 %

Deze percentages zijn exclusief rentelasten en winstbelasting, en ook aspecten betreffende financiering en fiscaliteit vallen buiten de scope van de analyse. Ook met dit punt in het achterhoofd biedt dit resultaat goede perspectieven om een door de markt gedragen ontwikkeling en exploitatie mogelijk te maken. Dit resultaat is naar verwachting toereikend om de rendementseis van een exploitant te dekken.

Onderstaande grafiek toont binnen welke termijn de initiële investeringskosten worden terugverdiend. Na circa 9 jaar is de investering volledig terugverdiend. Dit kan wanneer ook eventuele rentekosten en winstbelasting worden meegerekend nog iets hoger komen te liggen.



Risicoprofiel

In toevoeging op het financiële resultaat is het ook van belang naar het risicoprofiel van de ontwikkeling en exploitatie van het warmtenet te kijken. De continuïteit⁷ van restwarmtelevering over de langere termijn zal bij de ontwikkeling een belangrijk onderwerp zijn. Om de initiële investeringen in het warmtenet terug te kunnen verdienen moet er in ieder geval gedurende de eerste 9 jaar voldoende zekerheid zijn rond de beschikbaarheid van de restwarmte om de investering van circa € 3.7 miljoen die in de eerste jaren gedaan moet worden, te kunnen verantwoorden. Dit kan een aandachtspunt vormen, want industriële partijen kunnen doorgaans geen garanties afgeven op de continuïteit van restwarmtebeschikbaarheid, omdat warmtelevering geen onderdeel vormt van hun corebusiness. Als de ontwikkelaar/exploitant van het warmtenet dit risico onacceptabel acht, moet hier een oplossing voor worden gezocht, bijvoorbeeld in de vorm van een garantstelling vanuit de overheid of een fonds.

Financiering

Duidelijk is dat er op termijn ruim voldoende inkomsten worden gegenereerd om alle operationele kosten te dragen en aan alle financiële verplichtingen te doen. De financiering is niet doorgerekend, dit valt buiten de scope van de analyse, echter kan al wel uit de resultaten worden afgelezen dat er in de eerste jaren naar verwachting onvoldoende liquide middelen beschikbaar zullen zijn om aan eisen ten aanzien van rente en aflossing te kunnen voldoen. Dit komt doordat het merendeel van de

⁷ Met continuïteit wordt niet gerefereerd aan de leveringszekerheid. De leveringszekerheid is te allen tijde geborgd, ook wanneer Eastman het productieproces tijdelijk volledig uitgeschakeld kan er op de koudste dag nog voldoende warmte worden geleverd met behulp van de gasgestookte piek/backup-installatie.

investeringen aan de voorkant van de exploitatie gerealiseerd moeten worden, terwijl de warmtelevering en daarmee de omzet/inkomsten daarna, in dit geval over een periode van 5 jaar, stapsgewijs op gang komen. Ten aanzien van de ontwikkelen financieringsconstructie is dit een belangrijk aandachtspunt.

We onderzoeken in paragraaf 4.4 aan de hand van een gevoeligheidsanalyse hoe robuust dit resultaat is.

4.3 Impact op energiebesparing, CO₂-emissies, EPC, energielabels

De resultaten van het restwarmtenet laten zich uiteraard niet louter uitdrukken in termen van financieel rendement. Het restwarmtenet als alternatief voor aardgas levert ook een substantiële bijdrage aan het reduceren van de CO₂-uitstoot en een verbetering van het energielabel en de EPC van de nieuw te ontwikkelen woningen.

EPC, Energielabel en EOR

De woningen worden conform een EPC-doelstelling van 0,4 worden ontwikkeld. Dat is momenteel de vanuit het bouwbesluit wettelijk vastgestelde minimumeis betreffende energiezuinigheid van nieuw te ontwikkelen woningen. Wat is de impact op de EPC van een aansluiting op het restwarmtenet? De EPC-score (en daarmee ook het energielabel van de woning) wordt op hoofdlijnen bepaald door een drietal factoren:

- Isolatiemaatregelen om warmteverliezen tegen te gaan
- De mate van efficiëntie van de opwek van warmte
- Opwek/gebruik van duurzame energie in en om de woning

Een EPC-eis van 0,4 is minder ambitieus dan bijvoorbeeld energieneutrale bouw of nul-op-de-meter woningen, maar noodzaakt wel tot het toepassen van een zorgvuldig afgewogen combinatie van de bovenstaand genoemde factoren. In de praktijk wordt hier nu vaak invulling gegeven door vloer, gevels en dak te isoleren met een RC-waarde van 3 tot 6 m²K/W, de toepassing van een HR-combiketel en een aantal zonnepanelen op het dak. Voor een gemiddelde eengezinswoning met 120 m² gebruiksoppervlak zijn dat bijvoorbeeld rond de 9 panelen (15 m²).

Een aansluiting op het restwarmtenet komt in de plaats van de gasketel en kan, in vergelijking tot de gasketel, een grotere bijdrage leveren aan een lagere EPC of een beter energielabel. De mate waarin een aansluiting op een warmtenet hieraan bijdraagt wordt bepaald door het Equivalent Opwekrendement (EOR) van het warmtenet. Waar de EOR-waarde van een conventionele aardgasgestookte combiketel bijvoorbeeld 90% bedraagt, ligt de EOR-waarde van een aansluiting op een duurzaam warmtenet doorgaans substantieel hoger.

De EOR van een warmtenet verschilt per situatie wordt hoofdzakelijk bepaald door een viertal factoren:

- **De warmtebron.** Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld biomassa, geothermie, en industriële restwarmte. Hoe duurzamer de bron, hoe hoger de score op dit punt.
- **Leidingverliezen.** Bij transport van warm water door leidingen gaat warmte verloren. Dit heeft een negatieve impact op de EOR.
- **Pompenenergie.** Om warm water te verplaatsen door leidingwerk worden elektrisch aangedreven pompinstallaties toegepast. Een hoger elektraverbruik leidt tot een lagere EOR.
- **Piekvoorziening.** Naast de primaire warmtebron, zoals de restwarmte van Eastman, wordt vaak, zoals ook het geval is in voorliggende casus, een 2^e warmte-opwekker toegepast voor warmteproductie bij piekvraag of wanneer de primaire warmtebron tijdelijk uit bedrijf. Een hoger aandeel van fossiel brandstofverbruik in de piekvoorziening leidt tot een lagere EOR waarde.

Binnen de voorliggende casus moet, met inachtneming van de uitgangspunten uiteengezet in voorgaande paragrafen, een EOR van 200% goed haalbaar zijn. Dit is een sterke verbetering ten opzichte van de EOR waarde van een gasgestookte combiketel, waarvoor de EOR rond de eerdergenoemde 90% ligt. Bij gelijkblijvende uitgangspunten betreffende de bouwfysische aspecten (isolatiemaatregelen) wordt in het voorbeeld van de gemiddelde eengezinswoning een EPC van 0,3 gerealiseerd bij aansluiting op het warmtenet en kan er worden volstaan met de plaatsing van slechts

4 zonnepanelen in plaats van 9. Dit kan wenselijk zijn om ruimte op het dak toe te wenden voor bijvoorbeeld de plaatsing van een dakkapel, maar uiteraard hoeft het ene het andere niet uit te sluiten en kan er alsnog voor gekozen worden alsnog 9 zonnepanelen te plaatsen. In het laatste geval zakt de EPC verder naar 0,18.

Overigens zou er in theorie ook een EPC-waarde van 0,4 gerealiseerd kunnen worden door alleen op het restwarmtenet aan te sluiten een de plaatsing van zonnepanelen volledig te elimineren, echter is dit vanuit het bouwbesluit niet toegestaan wegens de zogenaamde 'getrapte eis'. Deze stelt dat er een bepaalde minimale EPC-score gerealiseerd moet worden met de toepassing van maatregelen binnen, op en om de woning zelf, en in toevoeging daarop aangesloten kan worden op een externe duurzame warmtebron zoals de restwarmte van Eastman. Dit waarborgt een bepaalde minimale mate van energiezuinigheid van de woning zelf. Dit is wenselijk vanuit zowel het perspectief van de energielasten van de bewoner als het milieu. In voorliggende casus resulteert dit in een bovengrens van een EPC van 0,3 bij aansluiting op het restwarmtenet.

Voor de berekening van de energie-index of het energielabel van de woning wordt een vergelijkbare rekenmethodiek toegepast, waar ook weer dezelfde EOR-waarde leidend is in de impact van een aansluiting op het restwarmtenet op het energielabel/index. Met een aansluiting op het restwarmtenet kan een labelstap worden gerealiseerd van bijvoorbeeld A of A+ naar A+ respectievelijk A++.

CO₂-emissiereductie

Met de realisatie van een restwarmtenet ter benutting van de restwarmte van Eastman kan op het verbruik van aardgas worden bespaard wat in een substantiële reductie van CO₂-emissies oplevert. Het verbruik van aardgas wordt bij toepassing van het restwarmtenet niet volledig geëlimineerd wegens de inzet van gasgestookte piek/backup-ketels, maar daalt wel substantieel. Onderstaande tabel toont het gasverbruik in de situatie waarin de 373 woningen op Mortiere van individuele aardgasgestookte combiketels worden voorzien en wat het verbruik van aardgas is bij toepassing van het restwarmtenet conform eerdergenoemde uitgangspunten.

	CO ₂ -uitstoot door lokaal aardgasverbruik (kgCO ₂ /woning/jaar)	CO ₂ -uitstoot door gecentraliseerd aardgasverbruik (kgCO ₂ /woning/jaar)	CO ₂ -uitstoot totaal (642 woningen) (kgCO ₂ /jaar)
Individuele combiketels	912	0	340.000
Restwarmtenet Eastman	0	274	102.300

Met de inzet van restwarmte van Eastman kan een CO₂-emissiereductie van 70% worden bereikt.

4.4 Gevoeligheidsanalyse

In de analyse zijn een aantal (aandachts)punten naar voren gekomen welke bij wijziging van significante impact kunnen zijn op het financiële resultaat of de haalbaarheid van ontwikkeling van het restwarmtenet. Het exploitatieresultaat is op deze punten aan een gevoeligheidsanalyse onderworpen. Dit betreft de volgende punten:

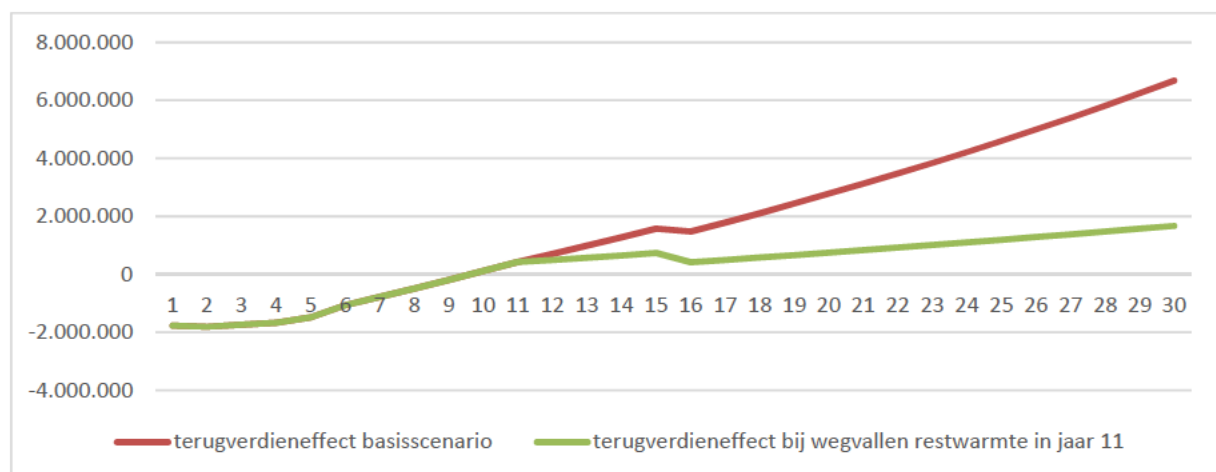
- Het wegvallen van de restwarmtebron wegens sluiting van de fabriek
- Het aansluiten van additionele woningen
- Een hogere restwarmte-beschikbaarheid dan 850 kW
- Een lagere delta-T
- De positie van de distributieleidingen (in de straat of onder de woningen)

Het wegvallen van de restwarmtebron wegens sluiting van de fabriek

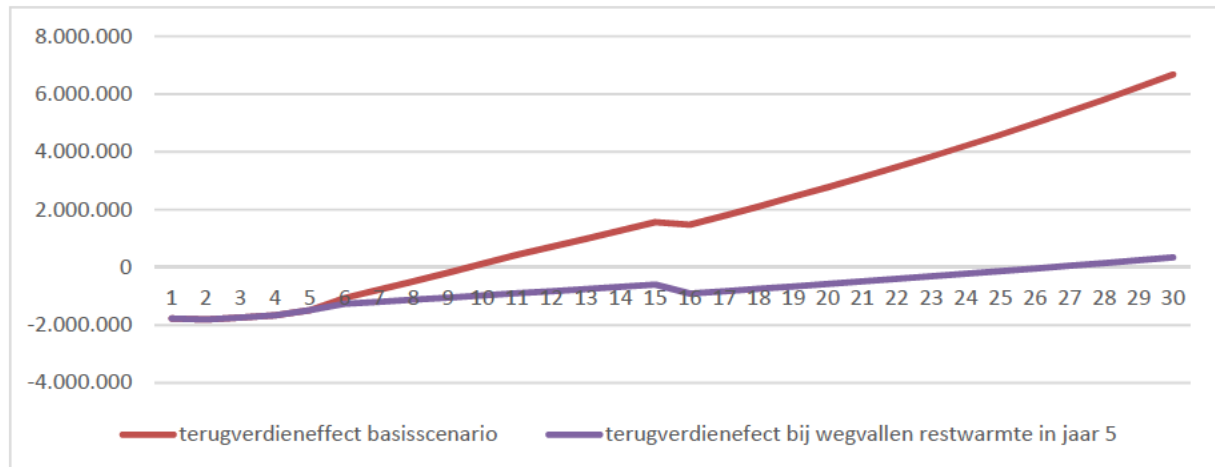
Wanneer Eastman de deuren zou sluiten komt de leveringszekerheid van warmtelevering aan de woningen dankzij het opgestelde backup-vermogen niet in het geding. Wel heeft dit een zware impact op zowel de financiële en milieu-gerelateerde prestaties van de warmtevoorziening.

Onderstaande grafiek toont de terugverdientijd wanneer er vanaf het 11^e jaar geen restwarmte meer beschikbaar is. Vanaf het 11^e jaar wordt de warmte dan volledig opgewekt met de gasketels. De initiële investeringskosten waren reeds na het 9^e jaar terugverdiend en er wordt nog steeds een positieve marge tussen de productiekosten van warmte en de inkomsten van warmtelevering aan de bewoners gerealiseerd. Over de gehele exploitatieperiode van 30 jaar bezien daalt de IRR naar 3,2 % van 7,6 %.

In deze situatie wordt er mogelijk niet meer aan de rendementseis van de exploitant voldaan. Onder de voorwaarde dat ook alle leningen na het 11^e jaar reeds zijn afgelost, ontstaan er in dit scenario geen directe financiële tekorten. Er is over een voldoende lange periode restwarmte beschikbaar geweest om de initiële investeringen terug te kunnen verdienen. Uit milieuperspectief ontstaat er vanaf het 11^e jaar wel een aandachtspunt, alle warmte wordt vanaf dat punt met de verbranding van aardgas opgewekt en wegens leidingverliezen en een slechter conversie-rendement van aardgas naar warmte wordt er t.o.v. de referentie-situatie met individuele combiketels meer CO₂ uitgestoten dan het geval was geweest bij de toepassing van combiketels. Dit heeft op zijn beurt een negatieve impact op de energielabels van de woningen.

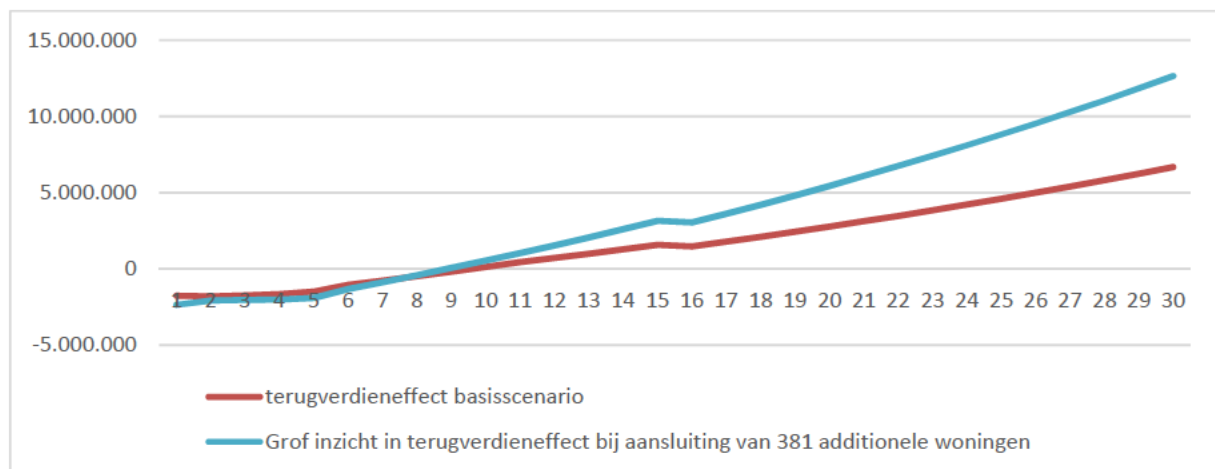


Onderstaande grafiek toont de terugverdientijd in een scenario waarin de restwarmte van Eastman komt te vervallen nog voordat de initiële investeringen zijn terugverdient. In dit scenario sluit Eastman na het 5^e jaar de deuren. De interne rentevoet (IRR30) wordt in dit scenario niet meer positief. Verder spelen hierbij dezelfde issues t.a.v. de milieuprestaties.



Het aansluiten van additionele woningen

Aan de hand van een aantal aannames is grofstoffelijk doorerekend hoe de energiebalans en financiële resultaten uitvallen wanneer er 381 additionele woningen op het systeem zouden worden aangesloten (dit zouden de nabijgelegen woonflats van Woongoed kunnen zijn). Hierbij is aangenomen dat al deze woningen direct in het 1^e exploitatiejaar op het systeem worden aangesloten en de kosten voor extra leidingwerk, afgiftesets, aansluitkosten en additioneel opwekvermogen gelijk zijn aan de woningen in Mortiere, de BAK verlagen we voor deze appartementen naar € 2500.



De interne rentevoeten stijgen in dit scenario respectievelijk 8.6% voor 15 jaar en 13 % voor 30 jaar. De verklaring kan worden gezocht in het feit dat de basisinvestering in met name de hoofdleiding door meerdere woningen kan worden gedeeld. Verder blijft het aandeel duurzame warmte boven de 70% (74%), zodat men ook belastingtechnisch gunstig uit komt⁸.

Het aandeel restwarmte in de totale mix daalt namelijk van 75% naar 54%. Er is, bij 850 kW restwarmtevermogen, onvoldoende warmte beschikbaar om op een kosteneffectieve en duurzame manier warmte te leveren aan de additionele 500 woningen.

⁸ Om in een gunstig energiebelastingtarief en blijven en om een EIA in aanmerking te komen wordt vereist dat minimaal 70% van de getransporteerde warmte als duurzaam aan te merken is. Restwarmte wordt (vooralsnog) aangemerkt als duurzaam.

Een hogere restwarmte-beschikbaarheid dan 850 kW

De data op basis waarvan is afgeleid dat er gemiddeld 850 kW restwarmtevermogen beschikbaar is laat zien dat in de recentere maanden significant meer restwarmte vrijkomt dan in de jaren daarvoor. Eastman heeft bevestigd dat dit is toe te schrijven aan structurele wijzigingen in het proces, waardoor ook verwacht mag worden dat de gemiddelde restwarmte-beschikbaarheid in de toekomst hoger zal liggen dan de 850 kW die het uitgangspunt heeft gevormd in de analyses.

Stel dat de restwarmte-beschikbaarheid stijgt naar 1.200 kW. Dit is representatief voor de stijging die zichtbaar is in de recentere maanden. Het aandeel restwarmte in de totale mix stijgt dan van 94% naar 99%, waardoor de kosten voor aardgas dalen en de interne rentevoet (IRR30) stijgt naar 12.07% van 11,8%.

Een lagere delta-T

Als het hoofdtransportnet en de distributienetten op een lagere delta-T worden gedimensioneerd, in voorbereiding op de eventuele toekomstige toepassing van een alternatieve duurzame warmtebron waarmee het niet mogelijk is om een aanvoertemperatuur van 90 °C te realiseren, dan nemen de diameters toe. Het hoofdtransportnet moet worden dan bijvoorbeeld met een diameter van DN250 in plaats van DN125 worden gerealiseerd, de distributienetten met een DN80 in plaats van DN100. De investeringskosten in leidingwerk nemen dan toe met circa € 400.000,-. De IRR30 daalt dan naar 9.76% van 11,8%. Dit is nog steeds een marktconform rendement. Het strekt dan ook tot aanbeveling om de hoofdtransportleiding te over-dimensioneren, zodat de mogelijkheid om in de toekomst op een laagtemperatuurbron over te stappen beschikbaar blijft of bij additioneel beschikbaar restwarmtevermogen additionele afnemers aangesloten kunnen worden.

De positie van de distributieleidingen (in de straat of onder de woningen)

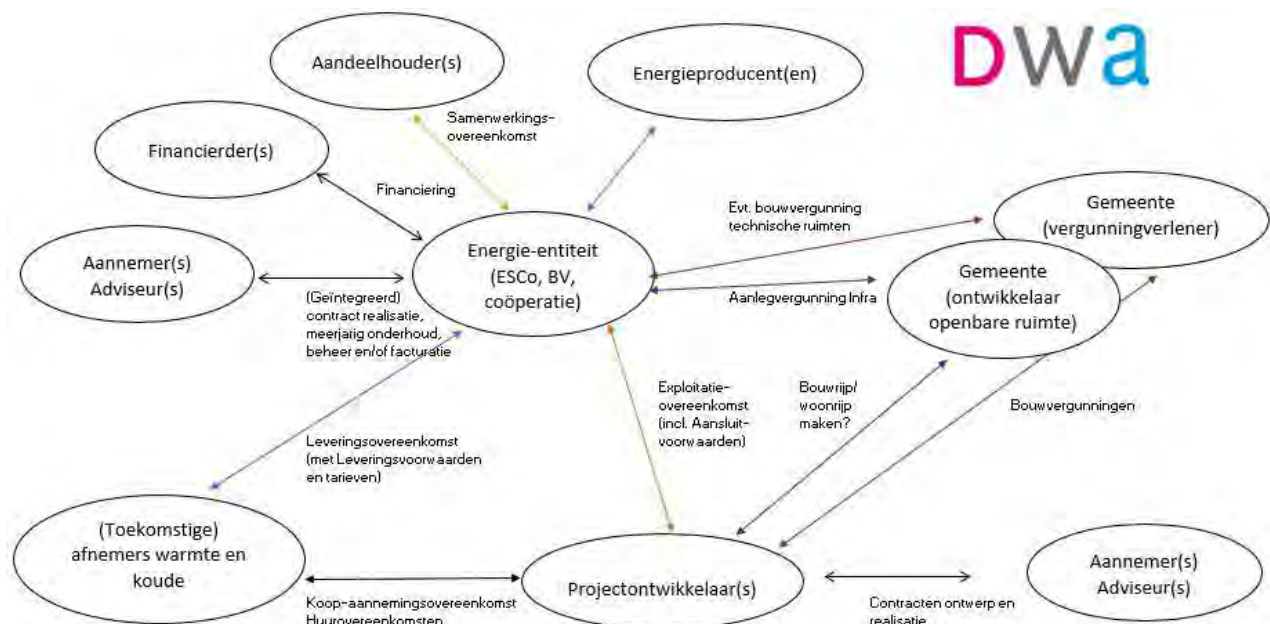
In het bepalen van de positie van het wenstracé en de daaruit voortvloeiende investeringsraming van het leidingwerk zijn we ervan uit gegaan dat de distributieleidingen onder de woningen komen te liggen in plaats van midden door de straten. Hiermee kan significant op kosten in aansluitleidingen (dit zijn de leidingen tussen het distributienet en de afleversets in de woningen) bespaard worden. Dit is echter geen conventionele manier van aanleg van distributienetten, en zou op verzet kunnen stuiten bij de ontwikkelaar/exploitant van het warmtenet. Deze insteek maakt het namelijk wel wat lastiger om bij het leidingwerk te komen indien nodig voor onderhoud en herstelwerkzaamheden.

Stel dat er per woning een additionele 5 meter aansluitleiding aangelegd moet worden om alle afleversets in de woningen op de distributieleidingen in het midden van de straat aan te sluiten. De kosten voor aanleg van dergelijk leidingwerk bedragen zo'n 300 €/meter. Dit betekent dat voor 373 woningen € 559.500,- extra geïnvesteerd moet worden in leidingwerk. Het rendement (IRR30) daalt daardoor naar ca. 9,3%.

5 Overige beschouwingen

5.1 Organisatie

Het speelveld waarbinnen een duurzame energievoorziening moet worden gerealiseerd en geëxploiteerd is complex, omdat er sprake is van een grote diversiteit aan partijen met belangen. Het onderstaande schema laat de complexiteit zien zoals die speelt bij een energievoorziening waar in dit geval sprake van is.



Het detailleren van de organisatievorm is geen onderdeel van deze studie en verdient separate aandacht, maar we willen hier wel op hoofdlijnen op een aantal zaken in gaan.

- Vanuit het oogmerk van de complexiteit ligt het voor de hand om de energievoorziening bij een partij neer te leggen die de aanleg en exploitatie daarvan als voornaamste speerpunt heeft, bijvoorbeeld een ESCo. De invulling daarvan kan natuurlijk verschillen. Het kan door (een deel van) de huidige projectteamleden worden georganiseerd en het kan ook uit handen worden gegeven door een marktpartij.
- Om een duurzame (in de zin van langdurig) samenwerking te stimuleren, moeten de belangen van de verschillende stakeholders met elkaar worden samen gebracht. In dit kader speelt bijvoorbeeld de vraag wie er investeert in de warmtewisselaar die de uitkoppeling van restwarmte op het terrein van Eastman mogelijk maakt. Dit kan de ESCo of netbeheerder van het warmtenet zelf doen, zodat Eastman dat niet hoeft te doen. Maar het is ook mogelijk dat Eastman deze investering voor haar rekening neemt en hiervoor een vergoeding krijgt, bijvoorbeeld door een opslag per geleverde GJ. Op deze manier wordt een incentive gecreëerd voor een langdurige levering.
- Bewoners zouden de mogelijkheid kunnen krijgen geven om te “participeren” in het warmtenet als een vorm van crowdfunding.
- In de onze doorrekening hebben wij rekening gehouden met de energie-investeringsaftrek (EIA). ESCo's kunnen van deze “subsidie” gebruik maken mits fiscale winst wordt gemaakt, overheidsorganen of organisaties die geen inkomsten- of vennootschapsbelasting afdragen kunnen hier geen gebruik van maken.
- De huidige warmtewet bepaalt dat netbeheerders niet tevens energieleverancier mogen zijn.

5.2 Een alternatief scenario

Dit rapport heeft als vertrekpunt dat de restwarmte van Eastman benut wordt voor de nieuwbouw te Mortiere. Zoals blijkt levert dat interessante kansen op die gezamenlijk met een projectontwikkelaar opgepakt kunnen worden. De gemeente Middelburg heeft daarnaast nog een bredere uitdaging om wijken te verduurzamen.

De wijk Dauwendaele wordt momenteel nog met gas van warmte voorzien. Met dit gas wordt warmte van een hoge temperatuur gemaakt. Vanuit het perspectief dat deze wijk gasloos moet worden zijn er op hoofdlijnen twee opties, elk met voor- en nadelen. Deze komen erop neer dat ofwel de woningen van een alternatief systeem krijgen voor hogetemperatuurwarmte of worden omgebouwd naar lagetemperatuurwarmte. Hogetemperatuurwarmte is moeilijker te produceren, in mindere mate beschikbaar maar wel makkelijker in te passen in bestaande woningen dan lagetemperatuurwarmte. Voor deze laatste is dan weer een hogere isolatiegraad van de woningen noodzakelijk, wat vaak betekent dat aanpassing aan de woningen nodig zijn, doorgaans zijn deze aanpassingen (denk aan ingrijpende isolatieverbeteringen en het aanleggen van vloerverwarming) erg kostbaar. Van hogetemperatuurwarmte kan gemakkelijk lagetemperatuurwarmte gemaakt worden. Denk hierbij aan de radiator van de verwarming, waarbij het water van hoge temperatuur de kamer op lagere temperatuur opwarmt. Lage temperatuur warmte kan niet zomaar warmer gemaakt worden.

Deze dynamiek laat zien dat het niet alleen zinvol is om te kijken naar de hoeveel warmte, maar ook naar de kwaliteit van de warmte - dit wordt aangeduid met exergie. Vanuit deze gedachte is het een overweging om juist te proberen om de hogetemperatuurwarmte die vrij komt bij Eastman te gebruiken om Dauwendaele te verwarmen en voor Mortiere een alternatieve oplossing te zoeken. Van de nieuwbouwwoningen in Mortiere kan in beginsel namelijk worden verwacht dat deze toe kunnen met lagetemperatuurwarmte. Bijvoorbeeld kan daardoor worden gekeken naar de toepassing van warmtepompen al dan niet gecombineerd met bodemenergiesystemen.

Vanuit deze gedachte is het goed om de genoemde corporatieflats aan te laten sluiten op het nieuw te ontwikkelen warmtenet. Een alternatief scenario is om te onderzoeken of Dauwendaele (eventueel geleidelijk en op natuurlijke vervangingsmomenten van bijvoorbeeld gasleidingen) aangesloten kan worden op het warmtenet met hogetemperatuur restwarmte, voorlopig aangevuld met gasketels als piekvoorziening, en voor Mortiere een zelfstandige energievoorziening te ontwikkelen. Hiermee is het mogelijk dat er ook voor Dauwendaele een (betaalbare) opening naar verduurzaming wordt geboden, terwijl voor Mortiere ook een duurzame energievoorziening mogelijk blijft. Voor Mortiere zou dit waarschijnlijk wel een minder gunstige business case opleveren.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

De belangrijkste conclusies uit deze rapportage vatten wij al volgt samen:

- Eastman heeft restwarmte beschikbaar, die van uitstekende kwaliteit is en goed benut kan worden voor het verwarmen van de woningen in Mortiere. We gaan nu uit van een beschikbaar vermogen van gem. 850 kW jaar. Afgaande op een bezoek aan en een vertegenwoordiging van Eastman is het niet onaannemelijk dat dit in de komende jaren iets zal oplopen. Eastman heeft geen plannen voor de korte en lange termijn om te verhuizen of anderszins, waardoor de beschikbaarheid van restwarmte in gevaar zou komen..
- In Mortiere worden nog 373 waarvoor het gebruik van deze restwarmte nuttig kan zijn. Vanuit de gedachte van leveringszekerheid is voorzien in een afdoende opgesteld vermogen aan gasketels. Daarmee kan ook op koude dagen de warmtevoorziening volledig door aardgas worden overgenomen. Dit kan noodzakelijk zijn in geval er leveringsproblemen zijn met de restwarmte.
- We hebben het gebruik van restwarmte van Eastman voor deze 373 woningen doorgerekend en daar komt een IRR uit van:
 - Over een periode van 15 jaar: 7.6 %
 - Over een periode van 30 jaar: 11.8 %Dit lijken in de markt redelijke percentages. Er is bij de berekening hiervan geprobeerd om een evenwichtige verdeling van de lasten te hebben. Daarbij gaan wij uit van een bescheiden vergoeding voor de restwarmte aan Eastman, en zoveel mogelijk marktconforme tarieven voor bewoners, beheerders en exploitanten.
- De totale investeringsomvang in de eerste jaren voor het aanleggen en uitrollen van de benodigde warmte-infrastructuur bedraagt ca. € 3.78 miljoen. In het basisscenario van de 373 woningen ligt het Break Even Point in jaar 9.
- Een gevoeligheidsanalyse heeft aangegeven dat de businesscase gevoelig is voor het (om wat voor reden dan ook) wegvallen van de restwarmte van Eastman. De reden is dat dan moet worden overgestapt op aardgas (tenzij in de verdere toekomst andere alternatieven beschikbaar komen).
- Er is ruimte voor het aansluiten van meerdere woningen of gebouwen in de omgeving. Daarvoor is in het bijzonder gekeken naar een viertal wooncomplexen van Woongoed aan de Meanderlaan en Driewegenhof. Het betreft hier 381 woningen in totaal. Een eerste, indicatieve berekening geeft aan dat het aansluiten van deze woningen op het warmtenet een positief effect heeft op de business case.
- Er heeft een gesprek plaatsgevonden met een vertegenwoordiging van Woongoed, waarin is aangegeven dat er in beginsel interesse is om deze mogelijkheid verder te verkennen. Er worden goede kansen gezien om deze flats aan te sluiten op het geplande nieuwe warmtenet, onder meer vanwege de bestaande voorzieningen in de flats en de gunstige ligging op het plangebied.

6.2 Aanbevelingen

- Om een robuuste business case op te bouwen bevelen wij aan om meer dan de 373 nieuw te bouwen woningen in Mortiere aan te sluiten. In het bijzonder bevelen wij aan om de benoemde woonflats van woningbouwcorporatie Woongoed aan te sluiten.
- Dit is een verkennende studie die goede perspectieven biedt (op zowel technische als financieel niveau) voor een vervolg.
- Er is in het vervolg een verdiepingsslag nodig op de vlakken van:
 - Techniek: een aantal zaken zal verder gedetailleerd moeten worden, waaronder leidingtracés, uitkoppeling van de restwarmte, en de toevoeging van de woningbouwcorporatieflats.
 - Organisatie: hier speelt de vraag die eigenaar wordt van de nieuwe energievoorziening, en welke partijen op korte termijn moeten aanhaken om hier op een goede manier vervolg aan te geven. Daarbij stellen bevelen wij aan om het

bestaande projectteam, bestaande uit de Gemeente Middelburg, Enduris, Zeeuwind en Eastman uit te breiden met woningbouwcorporatie Woongood, Prince projecten en (eventueel) een additionele (markt-)partij die de nieuwe energievoorziening gaat exploiteren.

- Afspraken en contracten: afspraken/ contracten: Allereerst zullen de partijen moeten toewerken naar een gezamenlijke intentieverklaring waarin met elkaar afsprekt om het idee verder uit te werken en om binnen enkele maanden te komen tot een concretere samenwerking. Hierin kan dan vervolgens een verdiepingsslag worden gemaakt waarin een compleet pakket aan contracten wordt uitgewerkt, waarin alle afspraken verder worden vastgelegd, gedetailleerd en geoperationaliseerd.